E & A

Band 32 Heft 2 November 1950

11 DEC 1950
Em. 270

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON

K. ESCHERICH

Dr. med. et phil., Dr. Dr. h. c., o. ö. Professor em. an der Universität München

Mit 30 Abbildungen

VERLAG PAUL PAREY

Z. ang. Ent. Bd. 32 **Heft 2** *S. 141—316 Bln. 1950*

Inhalt

Originalaufsätze

Zur Kenntnis des Massenwechsels von *Pieris brassicae* L. mit besonderer Berücksichtigung des Dürrejahres 1947. Von H. BLUNCK. Mit 5 Abbildungen 141

Der „Einbruch" von Erdhummeln (*Bombus terrestris* L.) in die Blüten der Feuerbohne (*Phaseolus multiflorus* Willd.). Von EBERHARD JANY. Mit 1 Abbildung . . . 172

Die Überwinterungsverhältnisse der landwirtschaftlichen Schädlinge. Von W. TISCHLER 184

Biozönotische Untersuchungen bei Hausfliegen. Von W. TISCHLER 195

Bodentieruntersuchungen in den Flugsandgebieten des Marchfeldes. Von ELSE JAHN. Mit 10 Abbildungen und 8 Tabellen 208

Zwei neue Milbenarten aus dem Marchfelde. Von MAX SELLNICK. Mit 5 Abbildungen 275

Neue Beobachtungen über die Koloniengründung der Ameisen und Stellungnahme zum EIDMANNschen Schema. Von K. HÖLLDOBLER 279

Ein Bostrychide, *Stephanopachys substriatus* Payk. als Gerbrindenschädling. Von ERDMUTHE SCHURR-MICHEL. Mit 6 Abbildungen 285

Entomologisches aus Afrika (Beobachtungen über Kaffeeschädlinge). Von Dr. O. G. H. FIEDLER. Mit 3 Abbildungen 289

Personalien 307

Referate 307

Neue Literatur 310

Schriftleitung: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. K. ESCHERICH, München 19, Prinzenstr. 26. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Das Honorar beträgt je Bogen 32.— DM., mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheint 1 Band zu 4 Heften im Gesamtumfang von etwa 40 Bogen. Das Abonnement verpflichtet zum Bezug eines ganzen Bandes. Es verlängert sich jeweils, falls nicht spätestens unverzüglich nach Eingang der letzten Lieferung des berechneten Bandes Abbestellung erfolgt.

Sonderabdrucke: Von Originalaufsätzen werden auf Wunsch 20 Sonderabdrucke kostenlos zur Verfügung gestellt, von Doktorarbeiten 50. Mehrbedarf kann gegen Berechnung geliefert werden.

Abonnementspreis dieses Heftes 19,60 DM. **Einzelpreis 20,60 DM.**

Zur Kenntnis des Massenwechsels von *Pieris brassicae* L. mit besonderer Berücksichtigung des Dürrejahres 1947

Von
H. Blunck, Bonn

Mit 5 Abbildungen

A. Vorbemerkung

Der heiße und trockene Sommer des Jahres 1947 hat sich in Deutschland auf den Massenwechsel vieler Kerfe stark abwandelnd ausgewirkt, besonders in dem schon von Haus aus milden Klima des Rheingebietes. Die Spinnmilbe *Tetranychus althaeae* v. Hanst., welche in Trockenjahren hier immer zu fürchten ist, trat schon im Frühsommer in solchen Massen auf, daß sowohl die Busch- wie die Stangenbohnen vorzeitig die Blätter verloren und weitgehend versagten. Das Heimchen *Gryllus domesticus* L., das gewöhnlich nur in warmen Binnenräumen brütet, konnte sich auch im Freiland stark vermehren. In Godesberg kamen am 17. Oktober beim Umsetzen eines großen, frischen, durch die Zersetzungsprozesse angewärmten Komposthaufens mehrere tausend Vollkerfe und ältere Larven zutage. Der Kartoffelkäfer *Leptinotarsa decemlineata* Say, der es entgegen der landläufigen Meinung selbst im Rheinland vielfach nur auf eine volle Generation bringt und dann höchstens mit einigen wenigen Individuen zur Bildung einer weiteren, im Herbst durch Nahrungsmangel gefährdeten Brut schreitet, setzte hier zur zweiten Generation an, und eine nicht geringe Zahl der Larven erreichte die Verpuppungsreife. Viele Blattlausarten brachten es im Frühsommer zur Übervermehrung. Die Obst- und Gemüsekulturen litten darunter schwer. Die in den Beständen der *Beta*-Rüben gebildeten Nester der Schwarzen Bohnenlaus *Doralis fabae* Scop. wurden bedenklich umfangreich, und das Laub der Pflanzen starb in großem Umfang ab. Die Kohlblattlaus *Brevicoryne brassicae* L. gab den sowieso schon unter der Trockenheit leidenden Frühkohlbeständen den Rest. Um die Wende Juli/August wurden ihre Massenheere aber selbst ein Opfer der Hitze und der Dürre. Die Läuse starben in Massen ab, und die überlebenden genügten nicht, um auf Spätkohl noch wieder zu großen Kolonien aufholen zu können. Die der Kohlblattlaus verwandte Möhrenblattlaus

Semiaphis carotae Koch, die hier im allgemeinen keine Rolle spielt, brachte das Kraut der Möhren unter Verfärbung in schwärzlichgrau so zeitig zum Absterben, daß die Ernte stellenweise ausfiel. Wo der Schädling ausblieb, warf dagegen gerade dieses Gemüse trotz der Dürre gute Erträge ab. Die seit einigen Jahren im Rheinland häufige Weiße Fliege *Aleurodes brassicae* Walk. trat im Sommer so massiert auf, daß die Larven auf der Unterseite der Kohlblätter geschlossene Überzüge bildeten und die Vollkerfe als weiße Wolken aufstoben, wenn die Pflanzen berührt wurden. Manche Schmetterlingsarten produzierten zusätzliche Generationen. Das gilt bei den Mikrolepidopteren z. B. für den Apfelwickler *Cydia pomonella* L. Seine zweite Brut wurde noch weit schädlicher als die erste, weil die Obstbauern im Rheinland nur auf Bekämpfung der letzteren eingestellt sind. Unter den Großschmetterlingen erfuhr die Geschlechterfolge vor allem bei den Pieriden eine Vermehrung, so bei *Colias hyale* L., *Pieris rapae* und *Pieris brassicae* L. Der Massenwechsel der beiden letztgenannten Arten konnte eingehend verfolgt werden. Er bot im Widerspiel fördernder und hemmender Faktoren so interessante Züge, daß es sich lohnt, darüber zu berichten.

B. Geographische Verbreitung und Zahl der Generationen

Zur Erleichterung des Verständnisses der Besonderheiten sind vorweg die allgemeinen Beziehungen zum Klima, wie sie in der geographischen Verbreitung und in der Zahl der Generationen zum Ausdruck kommen, die der Große Kohlweißling in Normaljahren absolviert, skizziert.

Pieris brassicae L. ist über fast die ganze palaearktische Zone verbreitet. Sie meidet Gebiete mit einem härteren Winterminimum als —30° oder, wie KLEIN (1932, S. 396) bemerkt, von weniger als drei Sommermonaten mit einer Durchschnittstemperatur von mindestens 15—16°. Das gleiche gilt für Gebiete mit einem Sommermaximum von mehr als 37—40° (Schattentemperatur) oder, nach KLEIN (l. c. S. 396), mit einer monatlichen Durchschnittstemperatur von mehr als 26°. Sie erreicht daher nicht die Polarregion und geht im Süden nur bis Nordafrika (ohne Ägypten), Kleinasien und Palästina, in Ostindien südlich nur begrenzt über den Himalaja hinaus. Im Osten ist sie bis Sibirien nachgewiesen, fehlt aber im eigentlichen Ostasien. In den europäischen Gebirgen geht sie bis etwa 3500 m, im Nordwest-Himalaja bis etwa 3000 m.

Innerhalb des Verbreitungsgebiets wirkt sich das Klima nur auf die Zahl der Generationen aus. In den nördlichsten Positionen, z. B. in Nordschottland und in höheren Gebirgslagen soll nur jährlich eine Brut absolviert werden. In Mitteleuropa und den angrenzenden Gebieten wie Nordfrankreich, England, Dänemark, Schweden (partim), Finnland, nördliches europäisches Rußland, Polen, Österreich, Schweiz und Norditalien bilden 2, in Südfrankreich 3, in Spanien, Mittel- und

Süditalien, auf dem südlichen Balkan und in Nordindien 3—4, in Nordafrika (Algier) und Turkestan 4, in Ferghana 4—5, in Palästina nach KLEIN (1932, S. 436) sogar 5—7 die Regel.

In Deutschland treten somit durchweg zwei Generationen auf. In Jahren mit zeitig einsetzendem warmen Wetter und viel Sonne kommt es dort ebenso wie in benachbarten Ländern, d. h. in Dänemark, Holland, Südengland, Südschweden (TULLGREN 1918, S. 148) und Österreich (Czernowitz), zur Einleitung einer dritten Generation. Während diese aber in von Haus aus etwas wärmeren Gebieten wie Norditalien bis zu Ende durchlaufen wird, bleibt sie weiter nördlich unvollständig. Die im Spätsommer schlüpfenden Falter bringen es zwar noch zur Eiablage, die Raupen werden aber vor der Reife von Herbstnebeln und Kälte überrascht. Sie sind damit Einflüssen ausgesetzt, denen sie erliegen.

In Normaljahren beginnt der Flug von *P. brassicae* L. in Deutschland um die Wende April/Mai. Bis zur zweiten Maihälfte haben die meisten Falter die Puppenhülle verlassen, und die Flugdichte erreicht dann ihr Maximum, seltener, so 1932 in Schleswig-Holstein (Kiel), erst Anfang Juni. Dann klingt der Flug wieder ab, und in der zweiten Junihälfte ist der Falter meist nur noch spärlich oder gar nicht mehr zu sehen. Anfang Juli ist die überwinterte Generation ausgestorben. Inzwischen wuchs ihre Brut heran. Noch im Juni haben die meisten Raupen mit der Verwandlung begonnen, und schon in den ersten Julitagen zeigen sich die ersten Falter der neuen Generation, so in Bonn 1933, 1934, 1936 und 1940. In kühleren Jahren und kühleren Gebieten wird es darüber aber etwas später, so in Schleswig-Holstein meist Mitte Juli. In der zweiten Julihälfte oder Anfang August, seltener erst Mitte August erreicht der neue Flug seinen Höhepunkt. In Jahren des Massenauftretens ist der Große Kohlweißling in Bonn oft bis Ende August überaus gemein und bleibt zuweilen sogar bis Anfang September häufig. In der Regel sind die Falter aber schon Ende August seltener geworden und fehlen ab Mitte September ganz. Ansätze zur Bildung einer dritten Generation beobachteten wir bei Kiel 1932 und 1933, bei Bonn 1936 und 1938. Es handelte sich aber immer nur um einzelne, Ende September oder im Oktober beobachtete Falter, die ihre Brut sicherlich nicht mehr großgebracht haben. Die Mehrzahl der Raupen der zweiten Generation erreicht erst im August oder gar erst im September die Reife und überwintert dann als Puppe.

Der Kleine Kohlweißling *P. rapae* L. schlüpft regelmäßig früher im Jahr als der große Verwandte. Die ersten Stücke fliegen zuweilen schon im März, so in Bonn 1936 und 1939. Dementsprechend erscheint auch die zweite Brut zeitiger als *P. brassicae*, d. h. oft schon Ende Juni. Es kann also nicht überraschen, daß es häufig, ja in den wärmeren Gebieten des Reichs wohl regelmäßig, zu einer partiellen und oft wohl auch zu einer totalen dritten Generation kommt. Im Laufe des Oktober geht der Flug aber auch bei diesem Falter immer zu Ende.

C. Massenwechsel und Generationsfolge 1942—1946

Um zu zeigen, daß die Generationsfolge zwar auch in sogenannten Normaljahren starken Schwankungen unterliegt, daß das Bild aber im Vergleich zu den Verhältnissen im Dürrejahr 1947 zum mindesten in bezug auf die Zahl der Bruten ziemlich einheitlich bleibt, schildern wir zunächst deren Ablauf in den Jahren 1942—1946.

Die Kurven in den Abb. 1 und 2 veranschaulichen die Flugverhältnisse beider Arten in den Jahren 1942 und 1943 in Bad Godesberg. (Das erstere war in ganz Deutschland und darüber hinaus durch schweren Fraß der Kohlweißlingsraupen ausgezeichnet). Beide Kurven sind idealisiert. Die Unterlagen sind ebenso wie das Material

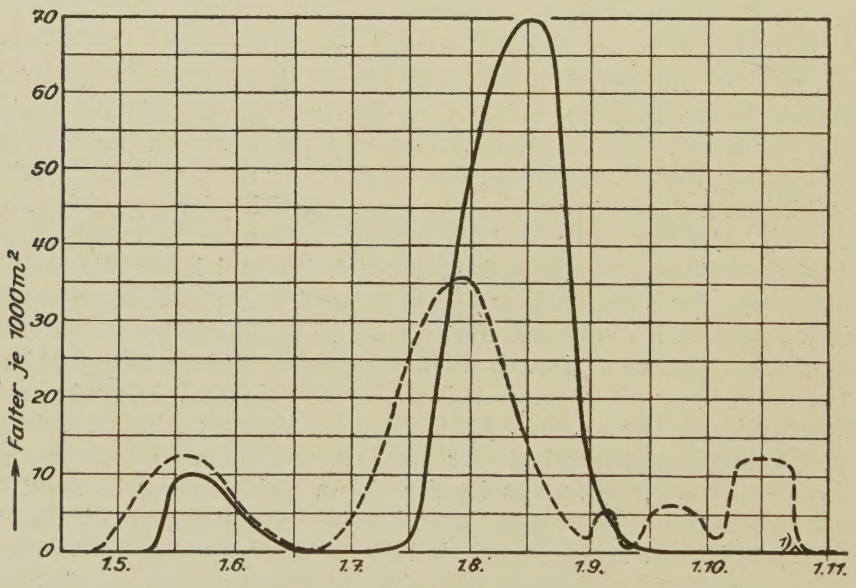


Abb. 1. Flugzeiten von *Pieris brassicae* L. (———) und *P. rapae* L. (— — —) im Jahre 1942 in Bad Godesberg. [1]) ♂ von *P. brassicae*

für die Folgejahre in der Weise gewonnen, daß die Flugstärke auf guten Honigweiden laufend registriert wurde, so während der Sommermonate und im Herbst auf blühendem Rotklee (*Trifolium pratense*). Dort wurden die Falter bei gutem Wetter täglich ausgezählt. Zufälligkeiten wie Witterungsunterschiede, Zu- oder Abnahme der Kleeblüten wurden beim Umzeichnen der Kurven ausgeglichen. Der Frühlingsflug konnte in Ermangelung von blühendem Klee nicht in gleicher Weise gemessen werden. Die Falter mußten auf anderen Kulturen ausgezählt werden. Anfang, Höhepunkt und Ende liegen auch hier fest, ob für die Höhe der Kurven in diesem Abschnitt aber zu der der Sommerflugkurven das richtige Verhältnis gewählt ist, steht dahin.

a) Das Jahr 1942

Im Jahre 1941 war der Große Kohlweißling zum erstenmal während meines Aufenthalts in Bonn, d. h. seit 1935, mit einem beachtlichen Bestand an gesunden Puppen in den Winter gegangen. Im Frühling 1942 trat der Falter dementsprechend stark auf, während der Flug in den sieben voraufgehenden Jahren schwach geblieben oder ganz ausgefallen war. Das Bild des Massenwechsels ist in Abb. 2 festgehalten. Das erste Stück wurde am 9. Mai (1 ♂) beobachtet. *P. rapae* zeigte sich dagegen schon Ende April. Beide Arten kamen also etwas später als gewöhnlich, z. B. 2 bzw. 4 Wochen später als 1943. Bei *P. brassicae* fiel der Flugbeginn wie in der Regel mit dem Erblühen des Flieders (*Syringa vulgaris*) zusammen. Am 12. Mai wurde das erste Pärchen in Kopula beobachtet. Mitte Mai erreichte die Flugintensität das Maximum, auch bei *P. rapae*. Um die Wende Mai/Juni nahm die Zahl der Falter allmählich ab, und Mitte Juni, d. h. wie gewöhnlich zu Beginn der Heuernte, war der Flug dieser Generation bei beiden Arten beendet.

Inzwischen war die Nachkommenschaft herangewachsen. Die auf Winterraps und überwintertem Wirsingkohl („Adventskohl") nicht seltenen Raupen von *P. brassicae* hatten zum Teil schon die Verpuppungsreife erreicht. Die Nachzügler standen auf dem dritten Stadium. Weitaus die meisten Raupen waren apantelisiert, die Altraupen zeigten überdies in ungewöhnlich hohem Ausmaß, so in einer Kolonie zu über 50 %, Tachinenbefall und zwar bis zu 4 Larven je Wirt. Aufgezogene Parasiten erwiesen sich später als *Phryxe vulgaris* Fall. (Konrektor Karl, Stolp in Pommern det.) Bis Anfang Juli blieben die Raupen häufig. Der Befall war im Unterschied zu sieben voraufgehenden Beobachtungsjahren so stark, daß es bei Bonn an Adventskohl stellenweise zu Skelettierfraß kam. Die letzten Raupen reiften bald nach Mitte Juli. Vom 23. Juli ab fehlten sie ganz.

Am 13. Juli zeigten sich von *P. brassicae* die ersten Falter der neuen Brut (Andernach, von 2 Faltern mindestens 1 ♂), während *P. rapae* bereits um die Wende Juni/Juli sich wieder sehen ließ. Trotz der starken Parasitierung der Raupen wurde die große Art dann bald häufig und um die Wende Juli/August so reichlich wie in keinem der sieben voraufgehenden Jahre. Das Falterheer wurde zu einer so auffälligen Erscheinung, daß die Schuljugend bei Godesberg zum Schmetterlingsfang beordert wurde. Am 22. Juli wurde in Bonn von Dr. E. Meyer ein gerichteter Falterflug beobachtet. Er ging mit dem Winde (Stärke 3—4) nach Südwest. Es ist daher möglich, daß die in diesen Tagen registrierte schnelle Zunahme der Flugdichte nicht auf verstärktem Schlüpfen an Ort und Stelle herangewachsener Brut, sondern auf Zuflug von weither beruhte. Die gerichteten Wanderflüge von *P. brassicae* bilden ja eine bekannte Erscheinung. Die Falter legen bei diesen Reisen weite Entfernungen, wohl oft mehrere 100 km zurück, nehmen dabei keine Nahrung auf und rasten nur nachts. Am

22. Juli gingen die Tiere aber bei Nachlassen des Windes meist oder alle zu ungerichtetem Flug und Blütenbesuch über. Der Wandertrieb war also nicht oder nicht mehr sehr ausgeprägt. Weniger massiert flog der Kleine Kohlweißling. Er erreichte mit etwa 35 Faltern auf 1000 m² Rotkleefläche Ende Juli ein Maximum und nahm dann bald wieder allmählich ab, während die Vollkerfe von *P. brassicae* gerade damals besonders stark zunahmen, um dem erst in der zweiten Augusthälfte mit 70 Faltern je 1000 m² erreichten Höhepunkt der Flugintensität zuzustreben. In anderen Jahren pflegt der Falter um diese Zeit schon wieder spärlicher zu werden. Während in der ersten Augusthälfte noch oft Paare in Kopula getroffen wurden, nahm der Begattungstrieb dann sichtlich ab. Das letzte Pärchen wurde am 30. August registriert. Schon Mitte August führten aber zur Präparation kommende Weibchen in der Bursa copulatrix mindestens eine und zuweilen zwei Spermatophoren. Auffälligerweise überwogen in den Fangausbeuten auf Rotklee bei weitem die Männchen. Wir wurden auf diesen Umstand erst am 10. August aufmerksam, verfolgten die Erscheinung dann aber bis Ende des Monats, ohne daß ein Wechsel eintrat. Das Geschlechterverhältnis betrug immer mindestens 2 : 1, in extremen Fällen aber bis 20 : 1 (21. August 18^{00}) zu ungunsten der Weibchen. Wir haben Entsprechendes in anderen Jahren nicht wieder beobachtet. Eine Erklärung fehlt. Während der ganzen Saison war das Wetter den Faltern ungewöhnlich günstig. Es fiel während der Flugzeit kaum Regen, und es fehlte auch fast vollständig an sonstigen Störungen wie Nebel, Stürmen und Kälte. Bis Ende August waren die Flügel der Falter und vorzüglich die der Männchen meist unverletzt. Die Tiere waren zum Teil augenscheinlich frisch geschlüpft. Es fehlte aber auch schon Ende der ersten Woche des Monats nicht ganz an abgeflatterten Stücken. Um den 9. August fielen uns viele auffällig kleine Individuen, d. h. solche mit nur 28—29 mm Vorderflügellänge, auf. Sie traten eine Woche später schon wieder stark zugunsten größerer Stücke mit durchschnittlich 33 und mindestens 30 mm Flügellänge zurück. Diese Beobachtungen deuten darauf hin, daß der Individuenbestand der Population ständige und schnelle Verschiebungen erfährt. Der einzelne Falter und vorzüglich das Männchen lebt längstens ein paar Wochen. In der letzten Augustdekade nahm die Flugdichte rapide ab, und im September wurden nur noch vereinzelte Falter beobachtet. Auf Klee sahen wir den vorletzten am 14. und den letzten am 16. dieses Monats, nachdem der 15. September nachts Gewitterregen und starke Abkühlung brachte.

Inzwischen zog die Flugkurve von *P. rapae* wieder an und zwar zunächst in der ersten Septemberwoche schwach, dann nach einer wetterbedingten Flaute stärker und nach einem nochmaligen Abklingen Anfang Oktober so ausgesprochen, daß an dem Auftreten einer neuen, also einer dritten Generation nicht zu zweifeln war. Sie erreichte Mitte Oktober die größte Häufigkeit und hielt sich in gleicher Stärke

etwa bis zum 22. d. M., blieb aber mit maximal schätzungsweise 10—12 Faltern je 1000 m² weit hinter der Flugstärke der voraufgegangenen Generationen zurück. Zum Brüten dürfte sie nicht mehr gekommen sein. Nach dem 22. Oktober nahmen die Falter nach kühler Nacht wieder rapide ab und verschwanden dann bald ganz.

Interessanterweise zeigte sich aber am 23. Oktober noch ein einzelnes, verhältnismäßig kleines, aber ganz frisches Männchen von *P. brassicae*. Man wird nicht fehlgehen, wenn man es als vorgeprelltes Stück der dritten Generation, die im übrigen 1942 nicht mehr zum Schlüpfen gekommen ist, anspricht.

Das letzte Gelege wurde am 8. September registriert. Die Eier waren schon in der ersten Augusthälfte und die Raupen ab Mitte des Monats häufig, später sogar so zahlreich, daß es ebenso wie in vielen anderen Reichsgebieten bei Bonn zu ernsten Fraßschäden kam. Im Vergleich zu anderen Jahren entwickelte sich die Brut aber im Einklang mit dem Falterflug relativ spät. Bis weit in den September hinein fanden sich in Anzahl noch jüngere Raupen, vor allem in etwas höheren Lagen der Eifel und des Westerwaldes, so in Kirdorf am 29. September noch dritte Stadien. Am Rhein selbst war die Mehrzahl der Raupen allerdings schon um die Monatsmitte verpuppungsreif, in der Kölner Bucht noch einige Tage früher. Ende des Monats hatte der Schädling auch in Godesberg die Kohlbestände geräumt. An Baumstämmen fanden sich vereinzelt zur Verpuppung abwandernde Raupen, die letzten am 29. September.

Der Prozentsatz der apantelisierten Individuen lag mit rund 90 ungewöhnlich hoch (Mittel im Durchschnitt der Jahre etwa 60 %), nur die Spätlinge unter den Raupen waren wie gewöhnlich etwas besser weggekommen. Die Zahl der Puppen fiel also relativ gering, absolut genommen infolge der hohen Gesamtstärke der Population jedoch weit höher aus als in anderen Jahren, wenigstens im Bezirk von Bonn. In der Kölner Bucht zählten wir aber gegenüber mehreren tausend Kokonhäufchen von *Apanteles glomeratus* L. an zahlreichen Beobachtungsorten (Ratingen, Krefeld, Straelen, Viersen, München-Gladbach, Grevenbroich, Fühlingen, Köln) insgesamt nur eine einzige Puppe von *P. brassicae*. In feuchterem Gelände fehlten auch von dem Pilz *Entomophthora sphaerosperma* Fres. getötete Raupen nicht. In diesem Gebiet war also praktisch die gesamte Population des Großen Kohlweißlings ein Opfer ihrer Parasiten geworden. Durchschnittlich geringer, aber sehr unterschiedlich war die Apantelisierung und entsprechend größer die Zahl der *Pieris*-Puppen im Westerwald, obgleich *E. sphaerosperma* auch hier die Brut zum mindesten stellenweise stark dezimiert hatte. So zählten wir vor Hachenburg auf 240 Puppen von *P. brassicae* nur 98 Kokonhäufchen von *A. glomeratus*. Im Mittel dürfte die Parasitierung in diesem Gebiet jedoch auch mindestens 50 % betragen haben. Im Unterschied zu anderen Jahren kamen die Schmarotzer infolge des späten Heranreifens der Raupen im Herbst

nur noch vereinzelt zum Schlüpfen. Das gleiche gilt für die Hyperparasiten. Durch Vögel und gewisse Insekten wurden die Kokonhäufchen zwar über Winter stark ausgeraubt — so in Friesdorf bei Godesberg schon bis Ende Oktober zu etwa 50 % — im Frühjahr 1943 dürften die Schlupfwespen ihren Wirt aber trotzdem wieder mit einem starken Heer erwartet haben.

Das Schicksal der *Pieris*-Puppen wechselte stark von Ort zu Ort. Bei Godesberg kamen sie trotz allerlei Verlusten durch *Pteromalus puparum* L. verhältnismäßig gut durch den Winter. Die Vögel räumten unter ihnen weniger auf als in anderen Jahren. Im Westerwald erlebten dagegen zum mindesten in unserem Beobachtungsgebiet Hachenburg nur sehr wenig Puppen das Frühjahr, nach Stichproben zu urteilen etwa 1—2 %. Die übrigen waren pteromalisiert, ausgeraubt oder verpilzt, in der Mehrzahl wohl durch *E. sphacrosperma* Fres. In etwa dem gleichen Ausmaß waren dort allerdings auch die Population von *Apanteles glomeratus* und dessen Parasitengarnitur reduziert worden.

b) Das Jahr 1943

Trotz der im Vorjahr erlittenen Dezimierung flog *P. brassicae* im Frühjahr 1943 noch etwas zahlreicher als 1942 und zwar im Einklang mit der um etwa 4 Wochen verfrühten Vegetation schon ab Mitte April (siehe Abb. 2). Die ersten Falter zeigten sich wieder zu

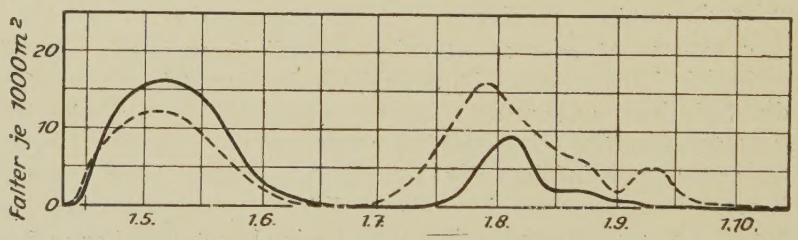


Abb. 2. Flugzeiten von *Pieris brassicae* L. (———) und *P. rapae* L. (— — —) im Jahre 1943 in Bad Godesberg

Beginn der Syringenblüte. Da diese Beziehung von uns auch in früheren Jahren und zwar nicht nur im Rheinland sondern auch in Schleswig-Holstein registriert ist, scheint hier ein brauchbares Beziehungsdatum vorzuliegen. Das Flugmaximum wurde schon in der letzten Aprilwoche oder Anfang Mai erreicht. Erst nach Mitte Mai klang die Flugstärke wieder ernstlich ab, und ab Mitte Juni fehlte der Falter ganz. Obgleich der Flug fast einen Monat früher als im Vorjahr eingesetzt hatte, endete er also etwa zur gleichen Zeit wie 1942, ein Umstand, der in der größeren Gesamtsumme der Individuen und der damit verbundenen stärkeren zeitlichen Streuung ihres Auftretens wohl nur teilweise eine Erklärung findet.

P. rapae erschien in diesem Jahre ungewöhnlicherweise nur wenige Tage vor *P. brassicae* und erreichte in der Folge nicht ganz dessen

Flugdichte. Wie bei dem großen Verwandten zog sich die Flugzeit aber bis in den Juni hin. Dann fehlte der Falter bis Ende des Monats.

Inzwischen war die Brut beider Arten zur Entwicklung gekommen. Sie blieb aber zahlenmäßig so schwach, daß sie bei *P. rapae* ganz und bei *P. brassicae* fast ganz der Beobachtung entging. Zwei Raupenkolonien letzterer Art, die zusammen 50 Individuen zählten, waren hundertprozentig apantelisiert.

Die zweite Generation flog bei beiden Arten dementsprechend schwach, viel schwächer als in anderen Jahren.

Das erste Stück von *P. brassicae* (1 ♂) wurde am 4. Juli verzeichnet. Während der Flug der ersten Generation rund 4 Wochen früher als 1942 eingesetzt hatte, erschien die zweite somit nur gut eine Woche eher, ein Umstand, der sich zwanglos aus der Witterung ergibt. Der Spätfrühling war 1943 ausgesprochen kalt. Auch die Vegetation war infolgedessen im Juli kaum noch vor Normaljahren voraus. Phänologisch gesehen deckte sich der Flugbeginn von *P. brassicae* mit dem Beginn der Blüte von *Buddleya variabilis* und von Gladiolen. Erst 3 Wochen später, also um den 25. Juli, wurden die Falter etwas zahlreicher. Schon etwa 10 Tage darauf, etwas vor dem Blühbeginn der Goldraute *(Solidago virgo aurea)* (3. August), war das Maximum der Flugdichte erreicht. Es fiel mit 8—10 Faltern je 1000 m² aber nur reichlich $^1/_{10}$ so stark aus wie im Vorjahr, und etwa eine Woche später wurde die Art bereits wieder ziemlich selten. Einzelne Stücke wurden noch bis zum 7. September registriert. In der Folge fehlte der Falter vollständig. Während der ganzen Flugzeit waren die Individuen durch relative Größe ausgezeichnet. Die durchschnittliche Länge der Vorderflügel dürfte in beiden Geschlechtern 33 mm betragen haben. Bei den kleinsten Stücken maßen wir 30, bei den größten 35 mm.

Bei *P. rapae* setzte der Flug der 2. Generation etwas früher als bei *P. brassicae* ein, erreichte auch etwas zeitiger, d. h. Ende Juli, sein Maximum und klang dann langsam wieder ab. Zur Zeit der größten Flugdichte zählten wir etwa 17 Falter je 1000 m² Rotkleefläche. Der Kleine Kohlweißling war also zeitweilig etwa doppelt so häufig wie der Große, blieb aber weit seltener als im Durchschnitt der Jahre (1942: 30—40, 1947: 90—100). Bis Mitte September war die Art überall, wo ihre Futter- und Brutpflanzen standen, in gewisser Anzahl zu treffen. Anfang September schienen die Falter vorübergehend etwas zuzunehmen. Die letzten Stücke sahen wir am 4. Oktober. Ob es sich dabei um Vorläufer einer dritten, im übrigen nicht mehr zur Entwicklung gekommenen Generation gehandelt hat, muß dahingestellt bleiben.

Trotz der relativen Spärlichkeit der Vollkerfe waren die Gelege von *P. brassicae* Ende Juli und in der ersten Augusthälfte ziemlich häufig. Es machte keine Mühe, in kurzer Zeit 1 Dutzend und mehr Eierkuchen einzutragen. Die Raupen blieben merkwürdigerweise praktisch vollständig aus. Selbst an den für gewöhnlich am stärksten von Befall

heimgesuchten Stellen, z. B. in Kohlbeständen in geschützt gelegenen Gärten, suchten wir nach ihnen und ihren Parasiten vergeblich. Die Brut muß daher ein Opfer natürlicher Begrenzungsfaktoren geworden sein. Dabei spielte *Trichogramma evanescens* Westw. wohl die Hauptrolle. Zum mindesten gegen Ende der Legezeit fielen ihr 80—90 % aller Kohlweißlingseier zum Opfer. Im Einklang mit dem Fehlen der Raupen kamen im Herbst auch keine Puppen von *P. brassicae* und nur ein einziges Kokonhäufchen von *Apanteles glomeratus* zur Beobachtung. Etwas stärker war der Befall am Niederrhein und in den den Fluß begleitenden Gebirgen, wenigstens in der Eifel. Hier waren die Raupen im September und Anfang Oktober in Anzahl zu treffen, nach Stichproben zu urteilen aber sehr stark, manchenorts fast ausnahmslos apantelisiert. In Wasserbillig (Luxemburg) standen sie am 3. Oktober noch in der Mehrzahl auf dem vierten Stadium, waren in der Entwicklung also ungewöhnlich weit zurück. Viele Raupen fielen auch der *Entomophthora sphaerosperma* Fres. zum Opfer. So waren sie in Speicher im Kreis Bitburg schon Mitte September zu mindestens 90 % durch diesen Pilz ausgeschaltet.

Erheblich häufiger zeigten sich im Sommer und im Herbst die Raupen der Kleinen Kohlweißlinge. Die meisten uns zugegangenen Meldungen solcher Art beziehen sich wohl wieder auf *P. rapae*. *P. napi* tritt demgegenüber in unserem Beobachtungsgebiet weit zurück. Bei Bonn selbst fiel der Befall allerdings nicht auf, in der Eifel waren die Raupen aber so zahlreich, daß es manchenorts zu ernsten Fraßschäden kam, so nach mündlicher Mitteilung von Fräulein Dr. S. FARWICK bei Reusrath am Rhein. Am 23. September fanden sich dort auch bereits von *Pteromalus puparum* L. befallene Puppen von *P. rapae* oder *P. napi*.

Der Große Kohlweißling scheint auch in allen anderen Reichsteilen und über Deutschland hinaus 1943 praktisch keine oder nur eine geringe Rolle gespielt zu haben. Das gilt z. B. für Mecklenburg (schriftl. Mittlg. von Prof. Dr. h. c. H. LEMBKE, Poel vom 26. Oktober 1947). Aus zahlreichen anderen Gebieten (Hannover, Pommern, Ostpreußen, Sachsen, Thüringen, Westfalen, Franken und Rheinpfalz) liegen (schriftl. Mittlg. von Dr. VOELKEL, Dahlem vom 20. September 1943) zwar Meldungen über starkes Auftreten von *P. brassicae* im August vor, es dürfte sich aber wohl oft um Verwechslungen mit einer der beiden kleinen Arten gehandelt haben. Aus dem Wartheland meldete Prof. Dr. K. FRIEDERICHS vom 2. September 1947 betreffs *P. brassicae*, „daß, nachdem in den beiden Vorjahren diese Art hier in der zweiten Generation sehr stark auftrat, es in diesem Jahre noch nicht gelungen ist, irgendwo ein Gelege oder eine Raupe zu finden. Dieser Fall ist mir sonst zeit meines Lebens noch nicht vorgekommen". Gleichsinnig berichteten die Landwirtschaftlichen Forschungsanstalten in Brünn unter dem 4. November 1943, daß *P. brassicae* 1942 in Mähren in Massen aufgetreten sei, nach überaus starker Apantelisierung (Mittel- und Ostmähren 95—98 %, Südmähren etwa 80 %) 1944 im Frühling aber

ziemlich selten und im Herbst fast nirgends zu sehen gewesen sei. Aus Bordeaux schrieb Prof. I. Feytaud mir am 2. November 1943: „A vrai dire, l'invasion de *Pieris brassicae* parait assez faible cette année-ci." Aus Marseille gab mir dagegen Monsieur R. Cerighelli am 26. November 1943 Nachricht: „Comme cette année les piérides ont fait beaucoup de ravages, je pense pouvoir vous faire expédier une ample provision de hyperparasites".

c) Das Jahr 1944

Aus der Lage im Herbst 1943 schlossen wir, daß *P. brassicae* in Mitteleuropa und im besonderen in unserem engeren Beobachtungsbezirk auch 1944 zum mindesten in der ersten Generation nicht stark auftreten werde. In der Tat blieb der Falter damals bei Bonn selten, so selten, daß trotz ständiger Ausschau insgesamt nur 1 Falter, nämlich am 31. Mai ein Weibchen in Godesberg, mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte. Nachkommenschaft dieser Generation in Form von Eiern, Raupen oder Puppen kam infolgedessen überhaupt nicht zur Beobachtung. *P. rapae* flog dagegen vom 11. April ab in normaler und ab Anfang Mai sogar in ungewöhnlicher Stärke, um erst Ende des Monats allmählich spärlicher zu werden.

P. brassicae fehlte auch zu Beginn der normalen Flugzeit der zweiten Generation noch praktisch ganz. Die ersten Stücke wurden erst um den 20. Juli registriert. Vom 7. August ab war der Falter dann ziemlich reichlich vorhanden, so reichlich, daß die Tiere wohl von weither zugeflogen sein müssen. Beobachtet wurde ein solcher Wanderflug aber nicht. Die kleinen Arten zeigten sich schon vom 26. Juni ab wieder, sie blieben aber bis Mitte Juli spärlich. Dann wurden sie ausgesprochen reichlich, wobei *P. napi* ausnahmsweise *P. rapae* überwog. Anfang August war auch letztere Art wohl mindestens so häufig wie im Vorjahr. Um die Monatsmitte erreichte *P. brassicae* seine relativ größte Flugdichte. Auch damals entfielen etwa 75%, wenn nicht noch mehr der in der Godesberger Flur zu sehenden *Pieris*-Falter auf die beiden kleinen Arten. Ende August hatte der Flug zum mindesten bei *P. brassicae* schon erheblich nachgelassen. Wahrscheinlich hat die Wetterkonstellation — der August war sehr warm und fast völlig regenfrei — beschleunigend auf den Lebenslauf der Falter gewirkt. Eine dritte Generation wurde weder bei *P. brassicae* noch bei *P. rapae* registriert. Es mag sein, daß sie sehr schwach aufgetreten und infolgedessen übersehen ist. Ebensoviel hat aber die Annahme für sich, daß die im August zur Ablage gekommenen Eier infolge Überhitzung zugrunde gegangen sind. Wiederholt stieg das Thermometer nämlich in Bodennähe auf 35° und mehr. Daß Hitze und Dürre die Gelege in großem Umfang zum Absterben bringen können, haben spätere Beobachtungen eindeutig ergeben (s. Kapitel d).

Reichlich Eier abgesetzt haben zum mindesten die kleinen Arten. Die Gelege konnten von Mitte August bis Anfang September in großer

Zahl und in geringeren Mengen bis Mitte Oktober von Raps-, Weißkohl- und Kohlrabiblättern eingetragen werden. Sie wurden auf Parasitenbefall untersucht. Die Trichogrammatisierung betrug im August zunächst nur 1—2 %, stieg aber bis Anfang September auf 40—50 % und klang dann wieder ab. Von sechs am 15. Oktober von Raps abgelesenen Eiern war nur noch eins befallen. Viele Raupen müssen außerdem in der Jugend ein Opfer von Räubern geworden sein. Mitte August stießen wir nämlich vielfach auf den für die ersten Stadien charakteristischen Fensterfraß, während die Bewirker fehlten. Eigelege von *P. brassicae* kamen nicht zur Beobachtung. Daß es an solchen nicht gefehlt hat, ist angesichts des Falterfluges selbstverständlich. Auch sie müssen aber durch widrige Einflüsse in der Entwicklung behindert gewesen sein. Der Raupenfraß blieb nämlich unbedeutend. Immerhin konnten in Bonn Anfang September einige Hundert Altraupen eingetragen werden. Von 203 in Kultur genommenen Stücken erwiesen sich 131 als apantelisiert. Der Befall war mit 64,5 % also normal.

Im Spätherbst mußten die Beobachtungen in Rücksicht auf die durch den Krieg geschaffenen Verhältnisse im Rheinland abgebrochen werden. Sie konnten dort erst Ende 1945 wieder einsetzen, wurden aber inzwischen in Schleswig-Holstein fortgeführt.

d) Das Jahr 1945

An unserem Standort, Marne in Holstein, war *P. brassicae* mit einem reichlichen und relativ schwach, d. h. kaum über 25 % parasitierten Puppenbestand in den Winter 1944/1945 gegangen. An Alleebäumen durchgeführte Stichproben ergaben, daß der Befall durch *Pteromalus puparum* ungewöhnlich gering (? 2 %) war. Überdurchschnittlich hoch lag mit 20—25 % dagegen der Anteil der Puppen mit *Pimpla*-Befall. Die ersten Falter zeigten sich vereinzelt in den letzten Apriltagen. Am 8. Mai setzte plötzlich mit dem Erblühen der Glycinen (*Wistaria floribunda*) ausgesprochen starker Flug ein. Er dauerte nur einen Tag. Es ist daher zweifelhaft, ob die Falter ortsbürtig waren oder nur im Wanderflug durchgezogen sind. Für letzteres spricht, daß am 10. Mai erst wenige Prozent der Puppenhüllen in Marne verlassen waren. Andererseits war der Falterflug am 8. Mai regellos, während alle Wanderflüge streng gerichtet sind (siehe unten). Um den 10. Mai erblühten die Syringen (*Syringa vulgaris*), Roßkastanien (*Aesculus hippocastani*) und Waldkerbel (*Anthriscus silvestris*). Am 13. Mai nahm mit jetzt schneller fortschreitender Räumung der Puppenhülsen die Flugdichte wieder zu, um unmittelbar nach der Monatsmitte ihr Maximum zu erreichen. Am 16. Mai wurde von 2 Beobachtern (Frl. HUBERTA ENGELS und Dr. ECKART MEYER) außerhalb des Orts registriert, daß alle Falter im freien, busch- und baumlosen Feld in südwestlicher Richtung, d. h. gegen den Wind flogen. Da dieser in Stärke 3—4, also mit 3,4—7,2 m/sec blies,

P. brassicae aber selbst bei Windstille nur etwa 4 m/sec zurücklegt, hatten die Tiere stark zu kämpfen. Sie kamen langsam vorwärts, hielten sich hart über dem Boden und machten auf Pflanzen nur kurze Zeit Rast. Der Himmel war wolkenlos, die Luft wie an den vorausgehenden und folgenden Tagen milde, ja warm. Die Zone gerichteten Fluges soll nicht breiter als 100—150 m gewesen sein. Am 17. und 18. Mai soll sich nach denselben Beobachtern das Bild am gleichen Ort wiederholt haben mit dem Unterschied, daß der Flug am 17. Mai bei etwas schwächerem und nach SSW gedrehten Wind auf diesen zugekehrt eher noch stärker, am 18. Mai aber wesentlich schwächer war und wieder ausgesprochen gen SW ging, obgleich der wieder auf Stärke 3 oder 4 aufgefrischte Wind jetzt aus NNW kam. Ich selbst sah von Wanderzügen nichts. In den geschützt gelegenen Gärten und Straßen der Stadt Marne flogen die Falter nämlich regellos. Es muß daher dahingestellt bleiben, ob ihre Einstellung auf die Windrichtung im freien Feld den Wanderflug nur vorgetäuscht hat. Registriert sei die Beobachtung immerhin, da bislang Wanderflüge der ersten Generation nur sehr selten beobachtet sind. Schon am 18. Mai hatte die Flugdichte um mindestens 75 % abgenommen. Sie hielt sich dann in dieser Stärke bis Ende des Monats. Um den 22. Mai oder wenig später wurden die letzten Winterpuppen geräumt. Ab Anfang Juni, d. h. etwa ab Blühbeginn der gemeinen Schwertlilie (*Iris pseudacorus*) und des falschen Jasmins (*Philadelphus*) wurden die Falter spärlich. Sie fehlten aber nur in Schlechtwetterzeiten ganz. Um den 10. Juni begann die Heuernte.

Während *P. brassicae* somit im Frühling 1945 bei Marne stark flog, fehlte *P. rapae* damals fast ganz. Einige wenige Individuen wurden am 7., 13. und 19. Mai registriert und zwar mehr im freien Feld als in den Gärten der Stadt.

Das erste Gelege von *P. brassicae* wurde am 12. Mai eingetragen. Noch am 18. Mai waren die Eierkuchen aber spärlich, und erst gegen Ende des Monats wurden sie reichlich. Die ersten Raupen dürften um den 20. Mai geschlüpft sein. Am 30. Mai fanden sich schon vereinzelt Zweitstadien. Die meisten Raupen verließen die Eihüllen aber erst in den ersten Junitagen, und um den 10. Juni waren fast alle Gelege geräumt. Am 24. Juni hatten 75 % der Raupen oder mehr das Altlarvenstadium und einige wohl schon die Verpuppungsreife erreicht. Jüngere Stadien als L IV waren nicht mehr vorhanden. Diese fanden sich aber in einigen Stücken ebenso wie Altraupen noch bis Anfang Juli. Quantitativ hielt sich der Befall in erträglichen Grenzen. Der Fraßschaden blieb an Kohl geringer, als dem starken Falterflug nach zu erwarten stand. Nur an Samenträgern, an denen die Raupen weniger die Blätter als die Knospen, Blüten und jungen Schoten heimsuchten, fiel er ins Gewicht. Die Parasitierung war stark. Während die Eier ganz vom Befall verschont geblieben zu sein scheinen — *Trichogramma evanescens* kam nicht zur Beobachtung —,

wurden die Raupen, nach Stichproben zu urteilen, zu über 90 % durch *Apanteles glomeratus* ausgeschaltet. Von 426 am 18. und 24. Juni eingetragenen Individuen waren nämlich 392 parasitiert. Da mit weiterer Auslichtung der Population im Puppenstadium durch *Pteromalus puparum*, *Pimpla instigator* F. und Seuchen zu rechnen war, erwarteten wir nur einen schwachen Flug der zweiten Generation.

Nachdem der Falter auch in der Zwischenzeit nicht ganz gefehlt hatte, meldete sich die neue Generation am 8. Juli. Sehr schnell, nämlich schon am 10. Juli wurde aber dann ein augenfälliges Maximum erreicht. An diesem Tag wurde registriert, daß fast alle Falter in südwestlicher Richtung flogen. Augenscheinlich fiel Marne in die Bahn eines Wanderfluges. Ob bei diesem oder später die Flugdichte der ersten Generation erreicht oder gar überschritten wurde, bleibt zweifelhaft, da die Beobachtungen 14 Tage ganz ausgesetzt werden mußten und zwei weitere Wochen nur lückenhaft betrieben werden konnten. Zu einem ausgesprochenem Massenauftreten der Falter kam es nicht. Mitte August waren sie noch ziemlich häufig. Dann ebbte die Flugdichte weiter ab, und Anfang September räumten die Vollkerfe die Felder und die Gärten ganz, das letzte, nicht mehr einwandfrei sichergestellte Stück kam am 12. September zur Meldung.

P. rapae wurde vom 6. Juli ab beobachtet, trat aber ebenfalls wochenlang nur relativ schwach auf. Mitte August wurde die Art als häufig registriert. Um den 10. September ebbte der Flug aber bereits wieder ab. Immerhin wurden an einem größeren Zinnienbestand am 12. September noch 51 und am 17. September 18 Falter in 30 Minuten gezählt. Der letzte wurde am 21. September verzeichnet. Die Vermutung, daß es sich hier um eine dritte Faltergeneration gehandelt hat, ist naheliegend.

Die Nachkommenschaft der zweiten Faltergeneration wurde erst nach Wiederaufnahme regelmäßiger Beobachtungen, d. h. Mitte August erfaßt. Am 12. August fanden sich bereits genähert oder ganz reife Altraupen, aber daneben auch noch viele Eigelege. Diese blieben bis zum 18. August reichlich. Die letzten Jungraupen wurden am 31. August registriert. Trotz des schwachen Falterfluges waren die Gelege so reichlich ausgefallen, daß mit ziemlich starkem Raupenfraß gerechnet wurde. Inzwischen hatte aber die erstmalig am 13. August beobachtete *Entomophthora sphaerosperma* Fres. eingegriffen. Ihr waren am 23. August etwa 2 %, am 30. August mindestens 50 %, am 31. August 75—85 % und am 4. September praktisch alle Raupen zum Opfer gefallen. Einige Spätlinge fanden sich am 16. September noch an *Tropaeolum majus*. Von solchen Ausnahmen abgesehen, können es also nur die zuerst gereiften Raupen dieser Generation zur Puppe gebracht haben. Zu merklichem Schadfraß ist es infolgedessen nur in den immer relativ am stärksten vom Falter belegten Hausgärten, so in Marne an Grünkohl gekommen. Ähnlich lagen die Verhältnisse 15 km nördlich von Marne in Heide. In der zwischen

diesen beiden Gebieten liegenden, schon erwähnten Geestinsel Meldorf hat der Pilz sich dagegen nicht so katastrophal auswirken können. Die Luftfeuchtigkeit liegt dort infolge des leichten Sandbodens niedriger als in der Marsch, so daß der Pilz weniger günstige Entwicklungsbedingungen findet. Auch der wichtigste tierische Feind der Raupen, also *Apanteles glomeratus,* trat in Marne stark auf. Eigentümlicherweise lag der Befall dort, wo die Raupen massiert waren, höher als an solchen Stellen, wo sie spärlich blieben. So waren am 31. August auf dem windgeschützten Ostteil eines großen Schlages mit Spät-Weißkohl über 50 % parasitiert, auf dem frei bewindeten Westteil dagegen weit weniger als die Hälfte. Auf das ganze gesehen scheinen nur wenig Raupen der Schlupfwespe entgangen zu sein. Am 10. September kamen in und bei Marne auf 100 Kokonhaufen von *Apanteles glomeratus* nur 4 Puppen von *P. brassicae.*

Nachdem der Falter in Marne etwa eine Woche ganz gefehlt hatte, traten am 12. September unvermittelt wieder einzelne, augenscheinlich frisch geschlüpfte Stücke auf. Schon am Tage zuvor war das gleiche in Meldorf registriert. Es ist möglich, daß es sich dabei um Vorläufer eines dritten Fluges gehandelt hat, der dann aber nicht weiter zur Entwicklung gekommen ist.

In den Winter 1945/46 ist *P. brassicae* in Marne mit einer viel schwächeren Population als im Vorjahr gegangen. Die Puppen waren ausgesprochen selten. Wir fanden insgesamt nur 4 Stück, und von diesen waren zwei von *Pteromalus puparum* befallen.

Über den Falterflug in Godesberg fehlt es für das Jahr 1945, wie bereits erwähnt, an eigenen Beobachtungen. Als wir dort am 9. Oktober unsere Untersuchungen wieder aufnahmen, flog *P. rapae* noch in einzelnen Stücken, *P. brassicae* dagegen nicht mehr. Auch der Raupenfraß war schon beendet. Übereinstimmend wurde aber berichtet, daß der Befall außerordentlich stark, ja so stark „wie noch nie" gewesen sei. Die Kohlbestände sollen sehr schwer gelitten haben und vielfach fast ganz vernichtet worden sein. Im Einklang damit fanden wir die die Fraßstätten begrenzenden Zäune, Hecken und Alleebäume ungewöhnlich stark mit Brut besetzt. Gesunde Puppen von *P. brassicae* und *P. rapae* fehlten in und bei Godesberg allerdings vollständig. Um so stärker waren die Kokonhaufen von *Apanteles glomeratus* vertreten. In Friesdorf zählten wir neben einem Kohlrabibestand am Drahtzaun und an einer lebenden Hecke keine lebende und vier pteromalisierte Puppen von *P. brassicae* gegenüber 250 Kokonhaufen von *A. glomeratus.* Diese waren sehr individuenreich, ein Umstand, der fast immer mit starkem Auftreten der Braconide parallel geht. Je größer die Individuenzahl in einem Kokonhaufen ist, um so häufiger war nämlich die Raupe bestiftet, um so massierter demnach der Wespenflug. Auf ähnliche Verhältnisse stießen wir in der weiteren Umgebung von Godesberg. Bei Königswinter (20 Puppen : 31 Kokonhaufen) lag zwar die Zahl der Puppen von *P. brassicae* relativ höher

als in Friesdorf, auch dort waren aber alle Puppen pteromalisiert. An einer dritten Beobachtungsstelle, nämlich in Buschdorf bei Bonn, waren verhältnismäßig viele Raupen zur Verpuppung gekommen. Auf 150 Kokonhaufen von *A. glomeratus* entfielen etwa 20 Puppen von *P. brassicae,* und diese waren am 3. November 1945, dem Augenschein nach zu urteilen, noch fast alle gesund. Einige wenige waren pteromalisiert. Bis Ausgang des Winters wurden sie aber fast alle eine Beute von Vögeln. Von einer besonders stark besiedelten Hauswand, von der die Kokonhaufen im Herbst unschwer zu Hunderten abgelesen werden konnten, brachte meine Mitarbeiterin, Frl. Dr. S. FARWICK, am 27. Februar in mehrstündigem Suchen nur noch etwa 20 zusammen, und diese waren mit einer oder zwei Ausnahmen unvollständig. Von den in ihnen erhalten gebliebenen 561 Kokons trugen 361 Stück oder 64 % die Spuren von Schnabelhieben, und zwar vermutlich von Baumläufern und Meisen. Der Gesamtausfall an dieser Stelle betrug wohl mindestens 95 %. Auch an anderen Orten hatten die Vögel stark, wenn auch nicht so extrem dezimierend eingegriffen. Die Parasitierung der *Apanteles*-Larven lag mit 80—90 % hoch, aber nur wenig über normal. Im Durchschnitt der Jahre ist sie unserer Erfahrung nach (BLUNCK 1944, S. 483) nämlich mit 80 % anzusetzen (s. auch FARWICK 1947, S. 87). Die Zusammensetzung der Parasitengarnituren war im allgemeinen normal. Eine Ausnahme machte nur das Material von der schon erwähnten Hauswand in Buschdorf. Hier entfielen nämlich von den 11 829 vor dem Eintragen geschlüpften bzw. von uns aufgezogenen Ichneumoniden, die zusätzlich zu nur 5257 Chalcididen neben 4256 *A. glomeratus* registriert wurden, auf eine sonst ziemlich spärlich vertretene, von ROMAN (briefliche Mitteilung vom 3. und 18. Januar 1933) und FERRIÈRE (briefliche Mitteilung vom 27. September 1949) im weiblichen Geschlecht als Varietät von *Hemiteles similimus* Taschbg. und im männlichen Geschlecht von dem ersteren Autor (5. Mai 1934) als *Astomaspis* spez. angesprochene Ichneumonide mindestens 1680 Individuen, also mehr als 14 % gegen sonst etwa 0,6 %. Über die Biologie dieser Art („Ichn. 3/14") soll an anderer Stelle berichtet werden.

e) Das Jahr 1946

Angesichts der Spärlichkeit der Nachkommenschaft von *P. brassicae* zu Ausgang des Jahres 1945 war von vornherein damit zu rechnen, daß der Flug 1946 in Godesberg, solange keine Zuwanderung erfolgte, schwach ausfallen würde. Das war in der Tat der Fall. Geweckt durch ungewöhnlich warme Witterung verließen die ersten Falter schon Ende April die Puppenhülle. Wiederum fiel ihr Erscheinen aber mit dem Einsetzen der Syringenblüte zusammen. In der ersten Maiwoche wurde der Flug einigermaßen rege, um die Monatsmitte war er aber trotz guten Wetters schon wieder deutlich im Abklingen. Einzelne Falter zeigten sich auch noch im Laufe des Juni, ja bis Anfang Juli, wobei es sich aber schon um Erstlinge der neuen Generation gehandelt haben kann.

P. rapae wurde in wenigen Stücken bereits in den letzten Märztagen registriert, blieb aber in der Folge noch spärlicher als *P. brassicae*. Ende Mai betrug das Zahlenverhältnis beider Arten etwa 1 : 2.

Die Brut blieb bei beiden Spezies während des ganzen Frühjahrs so rar, daß sie praktisch nicht in Erscheinung trat. Erst Anfang Juni kamen einzelne Raupen von *P. brassicae* zur Meldung. Am 12. Juni und an den Folgetagen wurden einige wenige Altraupen beobachtet, daneben aber auch noch jüngere Stadien, und selbst am 18. Juni noch ein Gelege. Die letzten Altraupen wurden ab 10. Juli eingetragen. Wiederholt fiel uns die geringe Vitalität des Materials auf. So wurden am 19. Juni von Blumenkohl in Friesdorf einige (6) L III und L IV eingetragen und in Kultur genommen, die trotz guter Pflege bis zum 24. Juni sämtlich eingingen, ohne inzwischen gefressen zu haben. Die Präparation der Kadaver ergab, daß mindestens 5 Raupen apantelisiert waren. Die *Apanteles*-Larven waren wenigstens teilweise mit Parasiten-Eiern (Abb. 3 bei 1), die vermutlich von *Tetrastichus rapo* Walk. stammten, besetzt. Weder *A. glomeratus* noch *T. rapo* kommen als Todesursache in Frage. In der Leibesflüssigkeit der Raupen flottierten aber außer den normalerweise den *Apanteles*-Befall begleitenden kugeligen Riesenzellen (Abb. 3 bei 2) und ähnlich strukturierten ovalen Zellen, in denen aber der Kern schwächer konturiert war (Abb. 3 bei 3), fibrillenartige Fremdkörper, die Protisten nicht unähnlich waren (Abb. 3 bei 4 a, b, c). Der Zellinhalt erinnerte an das Protoplasma von Amoeben, Zellkerne konnten aber nicht nachgewiesen werden. Es muß unentschieden bleiben, ob diese Gebilde zu der Krankheit der Raupen in Beziehungen standen oder gar deren Ursache bildeten. Auch die an anderen Tagen eingetragenen Raupen versagten bei der Aufzucht. Wir erzielten im ganzen nur eine Puppe, aus der am 5. Juli ein männlicher Falter schlüpfte. Die restlichen Individuen gingen spätestens als Altraupe ein, vermutlich aus dem gleichen Grunde wie die am 19. Juni eingetragenen Stücke. Es scheint sonach, daß der Befall seuchenhaften Charakter trug. Auch im Freiland dürften somit die meisten Raupen

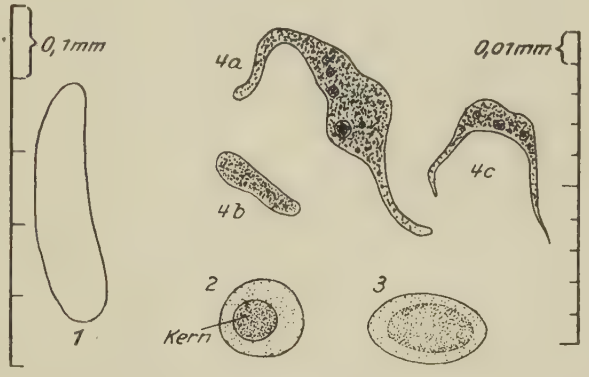


Abb. 3. Elemente aus einer eingegangenen, schwach von *Apanteles glomeratus* L. parasitierten L IV von *Pieris brassicae* L.
1. Ei von ? *Tetrastichus rapo* Walk. 2. Riesenzelle. 3. ovale Riesenzelle mit schwach konturiertem Kern. 4. a—c zellenartige Gebilde unbekannter Natur. 2.—4. Frei in der Blutflüssigkeit flottierend. — Bad Godesberg, 20. Juni 1946

der Krankheit zum Opfer gefallen sein, selbst die wenigen ihr entgangenen Individuen brachten es aber nur vereinzelt zur Verpuppung, weil sie fast alle apantelisiert waren.

Am 13. Juli stießen wir auf augenscheinlich frisch geschlüpfte Falter von *P. brassicae*. Spätestens um diese Zeit hat also der Flug der zweiten Generation begonnen. Gut eine Woche zuvor war *Buddleya variabilis* erblüht. Am 15. Juli begann der Roggenschnitt. Diese phänologische Beziehung war auch in anderen Jahren realisiert, ob immer, bleibe dahingestellt. Um die Wende Juli/August wurde der Falter mäßig häufig, ausgesprochen zahlreich aber bei dieser Generation zu keiner Zeit. Ende August waren die Vollkerfe schon wieder spärlich geworden, und nur wenige Stücke hielten sich bis Ende der ersten Septemberwoche. Somit deckte sich die Flugzeit ungefähr mit der im Jahre 1942. Sie dauerte wie damals rund zwei Monate, die Populationsdichte war aber 1946 weit geringer.

Noch viel stärker als die Vollkerfe blieb deren Brut zahlenmäßig hinter der des Jahres 1942 zurück. Das erste Gelege fanden wir erst am 30. Juli. Anfang August waren die Eierkuchen einigermaßen häufig und reichlich mittelgroß. So zählten wir am 5. August bei acht Gelegen 25, 50, 50, 60, 60, 60, 100 und 100 Eier. Die Raupen fehlten aber in diesem Sommer so gut wie ganz. Nur zweimal konnten trotz intensiver Suche einige Individuen eingetragen werden, nämlich am 29. August in Friesdorf 3 L II, 22 L IV und 1 L V, ferner am 25. September in Gut Melb 2 L III und 14 L IV. Die Kolonien waren auffällig individuenarm. Mehrfach betrug die Kopfzahl nur 1—3. Es ist anzunehmen, daß feindliche Einflüsse schon unter den Gelegen oder unter den jungen Raupen stark aufgeräumt haben. Die Natur dieser Faktoren blieb ungeklärt. *Trichogramma evanescens* dürfte weniger als in anderen Jahren beteiligt gewesen sein. Von den acht am 5. August eingetragenen Gelegen war nur eins und auch dieses nur schwach, nämlich zu 9 von 60 Eiern bestiftet. Vermutlich sind demnach die meisten Eier und junge Raupen das Opfer von Räubern wie *Forficula auricularia* und anderen geworden. Die wenigen, diesen entgangenen Raupen wurden in der Folge, soweit die geringe Individuenzahl Schlüsse erlaubt, zu fast 50 % durch *Apanteles glomeratus* und zum kleineren Teil (10—20 %) durch *Anilastus ebeninus* ausgemerzt. Puppen kamen aus eingezwingerten Raupen nur bei etwa 40 % der Individuen zur Entwicklung. Im Freiland suchten wir nach ihnen vergeblich. *P. brassicae* kann also nur mit einem sehr geringen Individuenbestand in den Winter gegangen sein.

P. rapae flog im Sommer häufiger als im Frühling, am stärksten wohl Mitte Juli, aber zu keiner Zeit massiert, eher sogar schwächer als *P. brassicae*. Andererseits zog sich der Flug wesentlich länger hin als bei der großen Art. Er erlosch erst in den ersten Oktobertagen. Es ist aber sehr wohl möglich, daß die im September und Oktober aufgetretenen Falter auf eine dritte Generation zu be-

ziehen sind und daß diese noch zur Eiablage gekommen ist. Die Raupen waren nämlich Ende Oktober und Anfang November in Godesberg noch ziemlich häufig. Am 11. November fand sich sogar noch eine L IV, und am 14. November wurde noch eine Anzahl Altraupen eingetragen.

D. Massenwechsel und Generationsfolge 1947

Wie zu erwarten, trat *P. brassicae* im Frühjahr 1947 bei Bonn äußerst spärlich auf. In Godesberg kamen insgesamt nur 2 Falter und zwar beide zur Zeit der Syringenblüte, nämlich am 8. und 12. Mai, zur Beobachtung. *P. rapae* setzte dagegen schon am 12. April, d. h. zu Beginn der Obstblüte, und damit etwa zur normalen Zeit mit regem Fluge ein, erreichte noch im April größte Flugdichte und verschwand erst allmählich im Mai, um dann allerdings etwa einen Monat, nämlich bis zum 24. Juni, also ungewöhnlich lange, völlig zu fehlen. Die Flugkurve beider Arten ist in Abb. 4 festgehalten. In bezug auf die Kurvenhöhe der ersten Generation gilt wieder das zu Abb. 1 Gesagte, d. h. es ist möglich, daß die Flugstärke im Vergleich

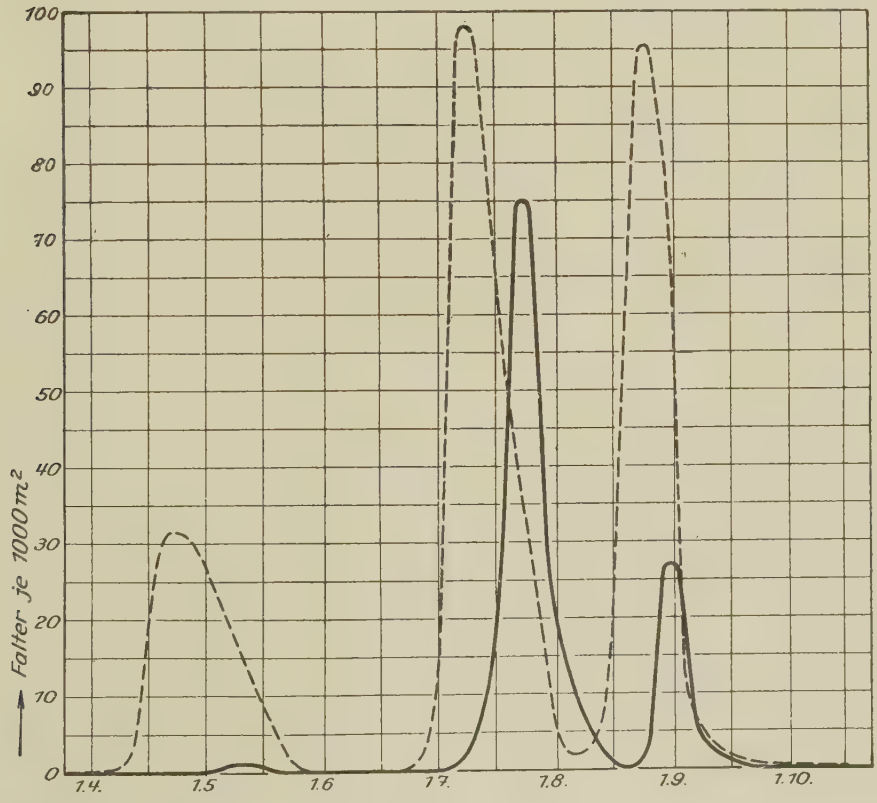


Abb. 4. Flugzeiten von *Pieris brassicae* L. (——) und *P. rapae* L. (— — —) im Jahre 1947 in Bad Godesberg

zu der der späteren Generationen zu hoch oder zu niedrig eingesetzt ist. Für Flugbeginn, Zeitpunkt der größten Flugdichte und Ende des Fluges der ersten Generation ist das Kurvenbild aber verläßlich. Eigelege, Raupen oder deren Fraßbild und Puppen von *P. brassicae* kamen uns in diesem Frühling nicht zu Gesicht. Es war daher damit zu rechnen, daß die Falter auch im Sommer spärlich sein oder ganz ausbleiben würden. Wider Erwarten flog die Art aber in der zweiten Generation stark. Zustrom durch Wanderflieger wurde nicht beobachtet. Dennoch ist anzunehmen, daß es sich damals großenteils, wenn nicht ausschließlich um Individuen gehandelt hat, die von auswärts, vermutungsweise aus Westfalen oder dem Westerwald, zugeflogen sind. Die ersten Stücke der neuen Generation, nämlich je 1 Männchen und 1 Weibchen, wurden zu Beginn des Wintergersteschnitts am 3. und 4. Juli registriert. An den folgenden Tagen blieb der Falter noch spärlich. Merkwürdigerweise wurden auf Rotklee damals nur Weibchen beobachtet. Erst am 13. Juli zeigte sich ein Männchen (Kopula). Dann kehrte sich das Verhältnis allmählich um. Schon am 17. Juli überwogen zum mindesten abends auf einem laufend kontrollierten Rotkleeschlag die Männchen, und dieser Zustand blieb mehrere Tage erhalten. Das Geschlechterverhältnis (♂ : ♀) betrug nämlich am 19. Juli, 13.30 Uhr, 35 : 18, 18.30 Uhr 26 : 6 und am 21. Juli, 13.30 Uhr, 20 : 7, 15.45 Uhr 30 : 11 und 19.10 Uhr 53 : 9. Eine Erklärung fehlt. Nach zunächst allmählichem Ansteigen schnellte die Kurve der Flugdichte nach Beginn des Roggenschnitts (12. Juli), der mit dem Blühbeginn von *Daucus carotae* und *Buddleya variabilis* zusammenfiel, am 19. Juli plötzlich steil aufwärts, um nach ausgiebigem Regen (20. Juli) am 22. Juli ihren Höhepunkt zu erreichen. Mit 85 Faltern auf 1500 m², also etwa 57 Faltern auf 1000 m² Fläche des blühenden Kleebestandes war die Flugdichte aber immer noch etwas geringer als 1942 (s. S. 145/148). Zeitlich liegt das Flugmaximum 1947 2—3 Wochen früher als 1942, 1946 und der Mehrzahl unserer restlichen Beobachtungsjahre (1935—1946) in Bonn und auch früher als durchschnittlich in Kiel. Dort war der Falter in den Jahren 1930, 1932 und 1933 Anfang August, 1934 wohl schon Ende Juli am häufigsten. Im Jahre 1931 trat die Art zu gering auf, als daß eine Vergleichsmöglichkeit gegeben war. In dem zeitigen Einsetzen des Fluges 1947 in Bonn kommt erstmalig in der Generationsfolge von *P. brassicae* augenfällig die Wirkung der ungewöhnlich hohen Temperatur dieses Sommers zum Ausdruck. Sie lag im Mai mit 15 ° um 0,9 °, im Juni mit 19 ° um 2,5 °, im Juli mit 23,7 ° um 5,7 ° über dem Durchschnitt und ging auch im August noch mit 22,5 ° um 4,9 ° und im September mit 18,5 ° um 3,8 ° über die ortsübliche Norm hinaus. Trotz weiterhin sommerlich warmen, ja heißen Wetters hielt der starke Flug nur wenige Tage an. Schon am 26. Juli wurden nur noch maximal 30 Falter auf 1000 m² gezählt, und Anfang August war *P. brassicae* als Vollkerf schon wieder spärlich geworden. Gleichzeitig waren die

zu Beginn der Flugzeit normal großen Falter durch solche von etwas geringerer Flügellänge abgelöst worden. Diese beträgt normalerweise etwa 30—40 mm, lag aber jetzt nur noch wenig über der von *P. rapae* (normal um 26 mm). Da die hohe Temperatur dieser Tage auch den Unterschied in der Geschwindigkeit der Flügelschläge verwischte — *P. brassicae* bewegt die Flügel durchschnittlich langsamer als *P. rapae* — wurde es schwer, beide Arten im Flug zu unterscheiden. Mitte August räumten die letzten Falter dieser Generation das Feld. Sowohl 1942 wie 1947 dauerte der Sommerflug von *P. brassicae* somit etwa 6 Wochen. Während der Falter dabei aber 1942 etwa ein Monat lang massiert auftrat, war er 1947 nur reichlich eine Woche auffällig häufig. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß dabei die in der zweiten Julihälfte fast subtropische Temperatur (nächtliches Minimum am 30. Juli 22 ° C) das Leben der Männchen wie der Weibchen beschleunigend und verkürzend mitgesprochen hat.

Ein ähnliches Bild zeigte die Flugkurve der zweiten Generation von *P. rapae*. Sie setzte wie immer zeitiger ein als bei *P. brassicae*, überschnitt sich wegen ihres ebenfalls steilen Anstiegs und plötzlichen Abfalls mit dieser aber weniger als in den anderen Beobachtungsjahren (vgl. 1942, S. 144). Nach der schon registrierten, ungewöhnlich langen Vakanz von etwa einem Monat zeigten sich die ersten Stücke am 24. Juni. Bereits am 7. Juli kulminierte die Kurve mit etwa 75 Faltern auf 1000 m². Die Flugdichte lag also in Umkehrung des Verhältnisses von 1942 höher als bei *P. brassicae*. Um den 18. Juli waren beide Arten auf dem Kleefeld etwa gleich häufig, ob auch darüber hinaus, bleibt zweifelhaft, weil *P. rapae* von Ackersenf, Hederich und mancherlei anderen blühenden Unkräutern mindestens ebenso stark angezogen wird wie von Rotklee und sich darum diffus verteilt. Für *P. brassicae* bildet letzterer dagegen um diese Jahreszeit eine der bevorzugtesten Honigquellen. In den ersten Augusttagen wurde *P. rapae* selten, verschwand aber im Unterschied zu *P. brassicae* auch in der Folge nicht ganz, weil sich die Spätlinge der Sommerbrut mit den Erstlingen einer weiteren Generation überschnitten.

Inzwischen war auch der Flug der zweiten Generation von *P. brassicae* zu Ende gegangen. Mit einem dritten Flug dieser Art wurde nicht gerechnet, weil die Brut der zweiten Generation eine außerordentlich ungünstige Entwicklung genommen hatte. Gelege waren zwar ab 12. Juli vereinzelt und Ende Juli reichlich zu finden gewesen, die Raupen blieben aber im Vergleich dazu spärlich. Da sie nur wenig trichogrammatisiert wurden — *T. evanescens* war, soweit wir aus unserem Material Schlüsse ziehen dürfen, erst ab Mitte August wieder häufig (siehe unten) — müssen sie durch Einflüsse anderer Art dezimiert sein. Es ist anzunehmen, daß ein Teil von Räubern wie *Forficula auricularia* ausgemerzt wurde. Wie wir im Zuchtversuch feststellten, nimmt der Gemeine Ohrwurm, der übrigens auch Kartoffelkäfereier frißt und selbst dessen junge Larven nicht

verschmäht, die *Pieris*-Gelege sehr gerne an. Er kann innerhalb 24 Stunden selbst große Eierkuchen restlos vertilgen und macht zwischen Eiern und frisch geschlüpften Raupen kaum einen Unterschied. Ein Weibchen (47/335) fraß in 25 Stunden z. B. rund 90 L I. Nicht ganz so gern frißt der Ohrwurm Raupen, welche schon einmal gehäutet haben, und die älteren Stadien sind vor ihm so gut wie sicher. Altraupen trugen in unseren Kulturen zwar vereinzelt Bißwunden davon, wurden aber fast nie ernstlich angefressen, auch dann nicht, wenn die mit ihnen auf engem Raum vereinigten Dermapteren längere Zeit gehungert oder nur pflanzliche Nahrung erhalten hatten. Wir möchten nicht glauben, daß der Ohrwurm und etwaige andere Raubkerfe wie gewisse Laufkäfer im Sommer 1947 allein für die Diskrepanz zwischen der Zahl der abgesetzten Gelege des Großen Kohlweißlings und der zur Ermittlung gekommenen Raupen verantwortlich zu machen sind. Es müssen noch andere Einflüsse mitgesprochen haben. Konstitutionelle Schwäche der Eier kommt kaum in Frage. Die von uns aus dem Freiland eingetragenen Gelege entwickelten sich im Laboratorium normal.

Der wichtigste zusätzliche Begrenzungsfaktor dürfte vielmehr zu hohe Temperatur gewesen sein. Die Wetterstation der Gärtnerlehranstalt im benachbarten Friesdorf maß in den Wochen, in denen die meisten Gelege die Embryonalentwicklung zu absolvieren hatten, also zwischen dem 21. Juli und dem 4. August, als durchschnittliches Tagesmaximum 31,4 ° im Schatten und als absolute Höchsttemperatur am 29. Juli 35,3 °. Im Schrifttum (J. SEEMANN, Witterungsverlauf und Wachstumsstand 1947. Mitt. f. d. Ldw., 3. Jg., 1947, S. 22—23) wird für den 27. Juli sogar eine Höchsttemperatur im Schatten von 37,9 ° angegeben. Im besonnten Kohlbestand wird die Temperatur demnach wohl des öfteren über 40 ° C gelegen haben. Es wurde schon erwähnt (siehe S. 141), daß damals die Kohlblattlaus *Brevicoryne brassicae* einen schweren Rückschlag erlitt und daß dafür höchstwahrscheinlich das heiße, trockene Wetter verantwortlich zu machen ist. Auch *Pieris brassicae* verträgt aber im Eizustand so hohe Temperaturen nicht, und für die Raupen gilt das gleiche. Daß die Aufzucht von Kohlweißlingsbrut bei 40 ° nicht möglich ist, geht schon aus den Arbeiten von KLEIN (1932, S. 395—448) und MAERCKS (1934, S. 692—721) hervor. Nach KLEIN kommen die Larven bei 32 ° (S. 401) nicht mehr zum Schlüpfen. Nach einer späteren Auslassung des gleichen Autors (S. 428) beträgt die Mortalität sogar schon von 26 ° aufwärts 100 %. Nach MAERCKS (S. 789) wird das zweite Raupenstadium bei etwa 36 ° nicht mehr erreicht, bei 33 ° stirbt ein gewisser Teil der L II und das Gros der L III. Bei den Puppen setzt das Sterben schon bei 27 ° ein (5 %), und bei 31 ° gehen mehr als 50 % von diesen zugrunde. Da beide Autoren mit konstanten Temperaturen arbeiteten und die Versuchstiere diesen dauernd aussetzten, sagen ihre Befunde allerdings nichts über deren Verhalten bei intermittierender Temperatur und kurzfristiger Hitze-

einwirkung aus. Wir suchten diese Lücke dadurch zu schließen, daß wir die Eier, und zwar sowohl gesunde wie trichogrammatisierte, die Larven und die Puppen, soweit das Material dazu reichte, teils auf Stunden, teils auf Tage, teils dauernd in einem Thermostaten hielten und dabei in der Temperatur zwischen 30 ° und 43 ° wechselten. Nachdem sich herausgestellt hatte, daß trockene Luft bei so hoher Temperatur zum mindesten auf die Embryonen und beim Hautwechsel der Raupen sehr schnell tödlich wirkt, wurde in die als Zuchtgefäße dienenden Petrischalen (für Eigelege) bzw. Zuchtzylinder (10 × 20 cm mit Gazeverschluß; für Raupen und Puppen) ein großer nasser Zellstoffbausch eingelegt. Die Ergebnisse besagen, daß die Eier die Temperatur von 31 ° zum mindesten während des letzten Drittels der Embryonalentwicklung reichlich 24 Stunden vertragen und daß die Larven auch noch zum Schlüpfen kommen, wenn die Eier dieser Temperatur fast während der Dauer der ganzen Embryogenese ausgesetzt sind, daß sie dann aber geschwächt sind, und daß sich unser Material nicht wieder erholt hat. Nach nur 15stündiger Exposition der Eier vollendete ein Teil der Versuchstiere aber selbst dann die Metamorphose, wenn das Thermometer kurze Zeit bis auf 32½ ° gestiegen war. Aus Eiern, die wir vorübergehend noch höheren Temperaturen ausgesetzt hatten, konnten wir keine Falter aufziehen. Nach 49stündigem Aufenthalt bei 35—36 °, nach 13½ Stunden bei 37 ° und nach 8 Stunden bei 37—38 ° kamen die Jungraupen noch zum Schlüpfen, gingen aber nach und nach ein, ohne die Reife zur ersten Häutung zu erreichen. Bei längerer Haltung bei dieser Temperatur starben die Embryonen im Ei. Bei 30—**31**—32½ ° ließen sich die Junglarven dauernd halten, ohne daß der Fortgang der Metamorphose gestört war. Das gleiche galt für einen Teil der Raupen im ersten und dritten Stadium. Als die Temperatur in einer Kultur aber kurze Zeit auf 36 ° stieg, gingen alle Raupen ein. Als L IV und L V dauernd bei 28—**31**—32½ ° gehaltene Raupen brachten es zwar vereinzelt bis zur Verwandlung in die Puppe, starben dann aber. Wurden die Tiere erst kurz nach der Häutung zur Altlarve in den Thermostaten gebracht und dann bis zur Beendigung der Entwicklung in diesem bei 25—**31**—34 ° gehalten, bewegten sich die Abgänge in mäßigen Grenzen. Viele Falter kamen zum Schlüpfen, waren aber ebenso wie die Puppen mehr oder minder verzwergt. Im extremsten Fall maßen die Vorderflügel in der Länge nur 25 mm, waren also auf die Durchschnittsgröße von *P. rapae* abgesunken. Außerdem unterschieden sie sich von den Freilandfaltern durch gelblichere Tönung und schwächeren schwärzlichen Anflug der Hinterflügelunterseiten, sowie durch besonders kräftige Schwärzung der Flügelflecke. So warm gehaltene Raupen waren außerdem durch lebhafte gelbe Grundfarbe des Körpers ausgezeichnet. Bei höherer Temperatur als 34 ° konnten wir kein Versuchstier von *P. brassicae* bis zum Vollkerfstadium bringen, auch dann nicht, wenn sie dieser nur ganz kurze Zeit ausgesetzt wurden.

Erheblich widerstandsfähiger ist der Eiparasit *Trichogramma evanescens*. Ich beschränke mich auf zwei Belege. Am 7. September wurde ein kurz zuvor im Freiland eingetragenes, aus 58 Eiern bestehendes Gelege von *P. brassicae* auf acht Stunden im Thermostaten einer Temperatur von 37—38° ausgesetzt und dann in Zimmertemperatur zurückgebracht. In der Folge verfärbten sich 20 in der für den Befall charakteristischen Weise von gelb in bleigrau um. Am 17. September schlüpfte die erste Wespe. Am 25. Oktober kam das Gelege zur Präparation. 38 Eier waren gelb geblieben, aber vertrocknet. *Pieris*-Raupen waren nicht geschlüpft. Von den 20 parasitierten Eiern waren nur vier geschrumpft. Von den restlichen 16 zeigten mindestens elf lateral das für *Trichogramma evanescens* charakteristische Schlupfloch, auch die übrigen waren aber leer und wohl durch die Basalfläche von den Wespen verlassen. — An dem gleichen Tage wie bei dem ersten Beispiel (7. September) wurden noch drei weitere, frisch eingetragene Gelege von *P. brassicae* auf 8 Stunden bei 37—38° eingezwingert und dann bei Zimmertemperatur weiter gehalten. Ein Gelege setzte sich aus 25 Eiern zusammen, die alle unparasitiert waren. Es lieferte am 12. September 12 L I, die restlichen Embryonen vertrockneten schlüpfreif im Ei. Von den zum Schlüpfen gekommenen erreichte eine Raupe das zweite Stadium, die meisten waren so hinfällig, daß sie schon vorher eingingen. Aus den beiden anderen Gelegen schlüpfte keine Raupe, in beiden verfärbte sich aber ein Teil (insgesamt 50) schwarzgrau und entließ ab 15. September *Trichogramma evanescens*. Die Brut von *T. evanescens* kann somit eine 8stündige Erwärmung auf 37—38° ertragen.

Aus diesen Beobachtungen darf wohl gefolgert werden, daß die Brut der zweiten Generation von *P. brassicae* bei Bonn 1947 großenteils schon im Eizustand den Hitzetod gestorben ist. Gleichzeitiger, die Brutpflanzen zum Anwelken bringender Feuchtigkeitsmangel — es regnete bei Bonn vom 8. August bis zum 4. September überhaupt nicht — mag ein übriges getan haben. In anderen Gebieten Westdeutschlands dürften die Verhältnisse ähnlich gelegen haben. So berichtete mir Dr. G. DOSSE bei Hohenheim bei Stuttgart, daß auch dort die Kohlweißlingsgelege „vertrocknet" seien.

Andererseits ist es laut brieflicher Mitteilung von Herrn RR. Dr. VOELKEL, BZA, Berlin-Dahlem vom 25. März 1948 in ausgedehnten anderen Gebieten des Reichs im August zu mittelstarkem bis schwerem Schadfraß durch Kohlweißlingsraupen gekommen, so in Hamburg, Mecklenburg, Vorpommern, Brandenburg, Berlin, Hessen, Hessen-Nassau, Hannover und vor allem in Westfalen. Dort trat der Schädling „in einem Maße auf, wie es bis jetzt noch nicht beobachtet wurde" (Meldung des Pflanzenschutzamtes Wohlbeck an die Biologische Zentralanstalt). Bis mittelstark war der Befall auch in einigen Teilen der Rheinprovinz, so im Oberbergkreis, im Siegkreis, im Rheinischen Bergkreis und in Köln, also in mehr nördlichen und in gebirgigeren Teilen

der Provinz. Es ist nun bezeichnend, daß die Temperaturen mindestens [1]) in Westfalen, also im Hauptbefallgebiet, im Juli und August nicht so extrem hoch wie im Kreise Bonn gelegen haben. So meldete laut schriftlicher Mitteilung von Herrn RR. Dr. WINKELMANN, Wolbeck, vom 10. Mai 1948 die Wetterstelle Handorf die höchste Tagestemperatur des Jahres für den 29. Juli mit 31,3 °. Sie lag also um 4 ° niedriger als bei Bonn und um 6,6 ° niedriger als die absolut höchste Tagesschattentemperatur des Jahres (SEEMANN l. c.). Man darf wohl annehmen, daß auch innerhalb der Pflanzenbestände, an denen die Kohlweißlingsbrut heranwuchs, die Temperaturen entsprechend niedriger als bei Bonn gelegen und nicht die kritische Grenze erreicht haben, so daß die Gelege sich ungestört entwickeln konnten.

Nicht viel besser als *P. brassicae* dürfte es bei Bonn der Brut von *P. rapae* gegangen sein. An diese Auffassung belegenden Beobachtungen fehlt es allerdings. Um so überraschender kam dann dort bei beiden Arten das Auftreten eines starken (*P. rapae*) bzw. mittelstarken (*P. brassicae*) dritten Fluges der Falter im August.

Während *P. brassicae* noch Mitte August ausgesprochen selten war und zeitweilig ganz fehlte, zog die Flugkurve in der letzten Dekade plötzlich an, um zur Monatswende mit etwa 25—30 Faltern je 1000 m² Rotkleeschlag zu kulminieren. Es ist kaum zweifelhaft, daß es sich dabei um zugewanderte Falter handelte, die unter anderem aus Westfalen und den stärker befallenen Kreisen der Rheinprovinz stammten. Am 21. August fand sich das erste Paar in Kopula, bis zum 23. d. M. überwogen aber noch unbegattete Weibchen, obgleich es an Männchen damals nicht fehlte. Am 28. August gefangene, am 30. August zur Präparation gekommene Weibchen trugen dagegen sämtlich Spermatophoren, und zwar von 12 Weibchen 11 je eine und 1 zwei Patronen in der Bursa copulatrix. 9 Weibchen bargen außerdem legereife Eier. Schon in den ersten Septembertagen nahm die Zahl der Falter dann wieder deutlich und Ende der ersten Woche so stark ab, daß die Art Mitte des Monats wieder ausgesprochen selten geworden war. Auffällig war, daß bis Ende der ersten Dekade die Weibchen zum mindesten auf dem Klee überwogen, und zwar anfangs stark. Dann verschob sich das Verhältnis allmählich zugunsten der Männchen, die zeitweilig doppelt so zahlreich waren, wie die Weibchen. Mitte September hatten wir den Eindruck, daß die Zahl der frisch geschlüpften Individuen bei den Männchen relativ größer war als bei den Weibchen. Schon etwas früher war registriert, daß die durchschnittliche Größe der Falter auffällig abnahm. So wurden am 7. September zwei Weibchen mit nur 26 bzw. 28 mm Vorderflügellänge ge-

[1]) Die Wetterstation der Versuchsgärtnerei der Landw.-Kammer von Hannover (Gartenbauinspektor THIELE) will allerdings im Wetterhäuschen maximal gemessen haben am 5. Juli 40 °, 23. Juli 40 °, 24. Juli 42 °, 25. Juli 41 °, 4. August 42 °, 16. August 40 °, 18. August 43 ° (briefliche Mitteilung von Oberlandwirtschaftsrat Dr. FISCHER, Sehnde/Hann.).

fangen. Die Zusammensetzung der Population verschob sich also dauernd stark, woraus wohl auf Kurzlebigkeit der Individuen infolge der immer noch hohen Temperatur zu schließen ist. Mit der normalen Schlüpffolge stehen diese Verschiebungen im Geschlechterverhältnis kaum in Zusammenhang. In der Regel schlüpfen nämlich zuerst überwiegend Männchen. Später überwiegen etwas die Weibchen, so daß das Gesamtverhältnis schließlich etwas zu deren Gunsten über 1 : 1 hinaus verschoben ist. In Abb. 5 ist diese Entwicklung auf Grund der Aufzucht eines umfangreichen Faltermaterials, das im Herbst 1947, und zwar großenteils ex ovo, erbrütet war und im Frühjahr 1948 schlüpfte, veranschaulicht. Am 4. Oktober fiel mit — 2 ° der erste Nachtfrost. Am gleichen Tage wurde der letzte Falter (1 ♂) registriert.

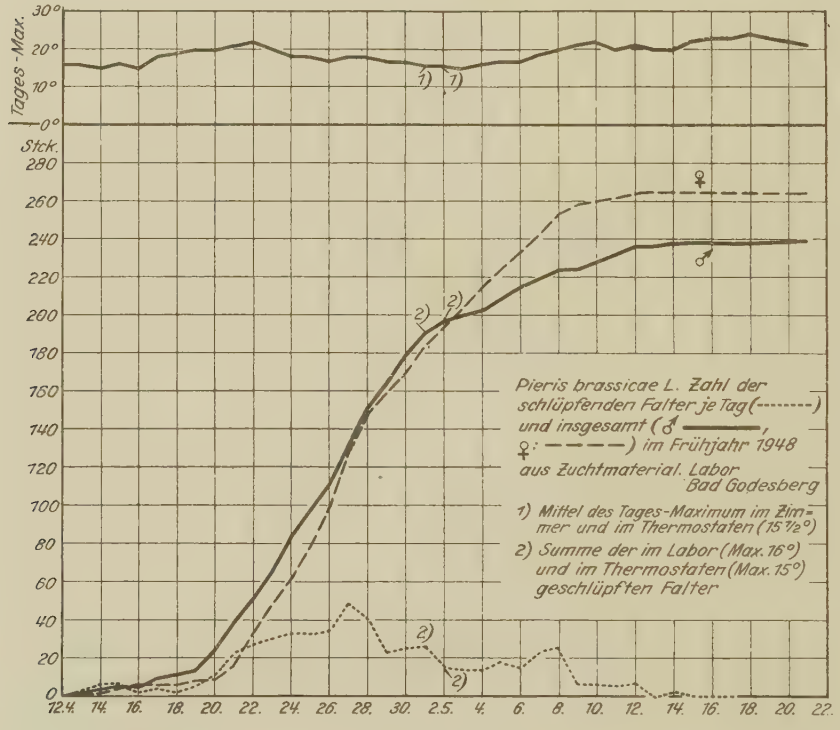


Abb. 5

Der dritte Falterflug von *P. rapae* setzte ebenso wie bei der zweiten Generation etwa zwei Wochen vor dem Flug von *P. brassicae*, d. h. gegen Ende der ersten Augustwoche ein. Die Falter wurden schnell zahlreich, und in der zweiten Monatshälfte war die Flugdichte mit 90—100 Falter je 1000 m² Rotklee etwa ebenso stark wie bei der zweiten Brut. Während des Höhepunktes der Intensität (23. August) zählten wir fast 3 1/2mal so viele Stücke des Kleinen Kohlweißlings wie eine Woche später bei *P. brassicae*, als diese durch das Maximum

ging. Damals war die Individuenzahl von *P. rapae* aber schon wieder so stark abgesunken, daß sich beide Arten in der Flugdichte nicht mehr unterschieden. In der Folgezeit wurde der Kleine Kohlweißling vorübergehend sogar seltener als der Große. Um den 10. September schnitten sich aber beide Kurven wieder, so daß der Verdacht aufkam, bei *P. rapae* wäre eine vierte Generation im Erscheinen. Die Falter beider Arten waren aber damals schon zu spärlich geworden, als daß sichere Schlüsse solcher Art noch möglich gewesen wären. Am 3. Oktober wurde ein Weibchen von *P. rapae* noch an Kohl beim Legegeschäft beobachtet. Der letzte Falter wurde am 18. Oktober, also eine Woche später als bei *P. brassicae* beobachtet. Es handelt sich um ein augenscheinlich frisch geschlüpftes Weibchen, mit dem der Gedanke an den Beginn einer vierten Generation wieder aufgetaucht war.

Bei beiden Arten endete der Flug also trotz Produktion einer dritten Generation nicht viel später als in Normaljahren. Der Frage, ob die dritte Faltergeneration es noch zur Nachkommenschaft bringen würde, gingen wir nur bei *P. brassicae* nach. Das erste Gelege kam am 29. August zur Beobachtung. Bald wurden die Eierkuchen dann zahlreich, so zahlreich, daß es keine Schwierigkeiten machte, in Kohlbeständen innerhalb von Bruchteilen einer Stunde mehrere Dutzend einzusammeln. Dieser Zustand blieb bis etwa Mitte September bestehen. Dann nahmen die Gelege ziemlich plötzlich ab. Die letzten wurden am 18. September eingetragen. Die ersten Raupen schlüpften um den 10. September. Am 28. September waren die Gelege bereits zu $^5/_6$ geräumt, noch überwogen aber die Jungraupen, und ältere Stadien als L II fehlten. Schon damals fiel uns auf, daß die Kolonien weniger zahlreich und auch weniger stark waren, als der Zahl der Gelege nach zu erwarten gewesen wäre. Dieser Eindruck verstärkte sich in der Folgezeit. Zu Schadfraß kam es nirgends, ja, in den meisten Kohlbeständen suchte man nach Fraßspuren überhaupt vergeblich. Am 28. September war die Entwicklung bei einem Teil der Kolonien bis zur Bildung von L IV fortgeschritten. Ab Mitte Oktober überwogen die Altlarven. Am 7. Oktober eingetragene und im Freien eingezwingerte Raupen lieferten dort am 31. Oktober die erste Puppe. Die Temperatur war damals bereits wiederholt unter den Gefrierpunkt, in der Nacht vom 28. zum 29. September außerhalb des Zwingers sogar auf -5° und im Zwinger selbst mindestens auf -3° abgesunken. Auf den Kohlbeständen der Gärten waren die Raupen von *P. brassicae* bis Mitte Oktober zu beobachten. Dann verschwanden die letzten. Zweifellos hat also die Nachkommenschaft der dritten Faltergeneration z. T. ihre Entwicklung bis zur Verpuppung vollenden können. Mit anderen Worten: 1947 hat *Pieris brassicae* bei Bonn drei vollständige Generationen absolviert, ein Fall, der in diesem Gebiet wohl ebenso selten wie ein so heißer Sommer, d. h. ein- bis zweimal im Jahrhundert, vorkommt.

Zu beantworten bleibt aber noch die Frage, warum die zahlreichen Gelege nur zu so wenig Raupen der dritten Generation geführt haben, daß diese fast als selten gelten konnten. Wir möchten annehmen, daß ein gut Teil der Nachkommenschaft der Falter schon die Embryonalentwicklung nicht vollendet hat. Von 416 am 18. September eingetragenen Eiern zeigten 107 das gleiche Bild, wie die tauben Eier zur Zeit der Hitzeperiode um die Wende Juli/August, d. h. die Wände waren eingefallen. Es ist aber natürlich ausgeschlossen, daß die Brut auch im September noch den Hitzetod gestorben ist. Vielleicht war ein Teil der Eier unbefruchtet geblieben. An Männchen hatte es allerdings nicht gefehlt (s. o. S. 165). Über 25 % lag die Zahl der tauben Keime aber keinesfalls. Mindestens in diesem Ausmaß dürfte der Individuenbestand aber weiter durch *Trichogramma evanescens* dezimiert sein. Bei vielen Gelegen war darüber hinaus die Hälfte, bei einigen waren 75 % der Eier parasitiert. Ganz befallfrei waren von 46 Gelegen, die wir vom 3.—18. September näher untersuchten, nur 14. Insgesamt lieferten von rund 2000 Eiern etwa 570 *Trichogramma*-Brut. Wenn man berücksichtigt, daß die Gelege durch das Eintragen dem Zugriff der Wespe schon entzogen wurden, während sie noch belegungsfähig waren, ist der durchschnittliche Parasitierungssatz mit 25 % also gewiß nicht zu hoch angesetzt. Auch diese Abgänge reichen aber nicht aus, die Spärlichkeit des Raupenauftretens zu erklären. Vermutlich haben noch andere, der *Pieris*-Brut feindliche Elemente dezimierend mitgewirkt. Wiederum dürfte dabei *Forficula auricularia* L. beteiligt gewesen sein. Auf ein offensichtlich ausgeraubtes Gelege sind wir allerdings nur einmal gestoßen. Am 8. September wurde nämlich in Godesberg von einem Kohlrabiblatt ein Eierkuchen eingetragen, bei dem von 40 Keimen 34 ganz und 3 partiell aufgefressen waren. Solche Bilder entgehen aber sehr leicht der Beobachtung. Es ist natürlich nicht sicher, daß dieses Gelege von *F. auricularia* L. geplündert war. Ebenso wie im Sommer (s. o. S. 161) kommen hier und in anderen Fällen auch wieder Carabiden als Räuber in Frage. Die Häufigkeit des Ohrwurms macht es aber wahrscheinlich, daß dieser in erster Linie beteiligt war. Unter den Raupen dürften später auch noch unsere Gemeine Wespe (*Vespa vulgaris* L.) und ihre Verwandten mit aufgeräumt haben. Sonderlich häufig waren die Faltenwespen allerdings in diesem Herbst bei Bonn nicht. Immerhin beobachteten wir sie des öfteren auf der Jagd nach Kohlweißlingen und ihrer Brut. Am 26. September wurde eine Arbeiterin von *V. vulgaris* eingetragen, die sich unter einer blühenden Herbstasternstaude mit einem Weibchen von *P. rapae* raufte, in dessen einen Flügel sie verbissen war. Im Zwinger fiel sie erneut über ihre Beute her, tötete diese und zerfleischte sie durch Zerschneiden in kurzer Zeit vollständig. Am 28. September sah ich mehrere Individuen von *V. germanica* F. (? + *vulgaris*) in einem Kopf- und Grünkohlbestand systematisch in gleicher Weise suchend, wie ich das bereits in früheren Jahren beobachtet habe, wenn die Wespen auf

Pieris-Raupen Jagd machen. Sie überfallen sie ohne Rücksicht auf die Größe, zerschneiden sie, ohne sie vorher zu töten, und teilen sie nach und nach in kleine kugelige Fleischklumpen auf, die mit den Kiefern gefaßt und zwischen Kopf und Brust eingeklemmt dann als Nahrung für die Brut in die Bauten getragen werden. Am 28. September habe ich die Einzelheiten dieses Geschäfts allerdings nicht beobachten können. Da es aber an dem Kohl an sonstiger Beute für die Wespen fehlte, diente die Jagd wohl dem gleichen Zweck. Es mag sein, daß noch andere Begrenzungsfaktoren bei der Auslichtung der Raupenbestände in diesem Herbst mit im Spiel gewesen sind, ausnahmsweise unbeteiligt war aber in dem ganzen Jahre der sonst ab Ende August hier regelmäßig epidemisch auftretende Pilz *Entomophthora sphaerosperma* Fres. Wahrscheinlich fehlte es an der für das Gedeihen dieses —?— Zygomyceten nötigen Luftfeuchtigkeit. Schwach aufgetreten sein mögen gewisse, noch wenig erforschte Bakteriosen und Virosen, so eine von uns vorläufig als „Stinkkrankheit" bezeichnete Seuche, bei der die Raupen nach und nach träge werden, die Nahrungsaufnahme einstellen und schließlich nach mehrtägigem bis mehrwöchigem Siechtum unter Abscheiden von flüssigem Kot und Auftreten eines penetranten Geruchs zugrunde gehen. In den Zuchtschalen hat uns diese sehr ansteckende Seuche sowohl im Sommer wie im Herbst des Jahres 1947 allerlei Verluste gebracht.

Die Zahl der schließlich zur Verpuppung gekommenen Raupen der dritten Generation ist sehr gering. Von den reif gewordenen und zum Anspinnen abwandernden Individuen schied nämlich noch wieder ein erheblicher Prozentsatz infolge Apantelisierung aus. In unseren Zuchten lieferten von 90 Altraupen nur 28 Puppen. 62 Individuen, also 69 % waren apantelisiert.

Bei *P. rapae* haben wir das Schicksal der Brut der dritten Generation im einzelnen nicht verfolgt. Nach Stichproben zu urteilen, waren die Abgänge hier nicht geringer als bei *P. brassicae*. So erwiesen sich von 77 Eiern, die wir zwischen dem 19. August und dem 4. September eintrugen, 37, also fast 50 %, trichogrammatisiert. Daß auch der Kleine Kohlweißling die dritte Generation vollständig absolviert hat, unterliegt keinem Zweifel. Es wurde ja angedeutet, daß er vielleicht sogar mit einer vierten Brut begonnen hat. Ebenso wie bei *P. brassicae* gelangten infolge starken Eingreifens begrenzender Einflüsse aber auch bei *P. rapae* nur wenige Individuen zur Verpuppung.

Zusammengefaßt ergibt sich also, daß *Pieris brassicae* und *P. rapae* 1947 bei Bonn in drei vollständigen Generationen aufgetreten sind, daß der Individuenbestand bei beiden Arten aber im Laufe des Herbstes einen starken Rückschlag erfahren hat, so daß mit beachtlichem Flug aus bodenbürtigen Beständen bei beiden Arten im Frühjahr 1948 nicht zu rechnen war.

Diese Erwartung wurde bestätigt. Der zeitlich normal liegende Flug setzte bei *P. rapae* Mitte April (13. April) und bei *P. brassicae* zu Beginn der dritten Aprildekade (21. April) kurz nach dem Erblühen der weißen Syringen und etwa gleichzeitig mit der Roßkastanienblüte ein. Anfang Mai wurden die Kleinen und gegen Ende der ersten Maidekade die Großen Kohlweißlinge bei ununterbrochen sehr warmem und fast regenfreiem Frühlingswetter bei Godesberg immerhin so häufig, daß dem Beobachter in geeignetem Gelände stündlich mehrere Falter durch das Gesichtsfeld gingen. Mitte Mai wurde *P. rapae* und wenig später auch *P. brassicae* aber schon wieder spärlich. Am 21. Mai wurde der letzte kleine und am 17. Mai der letzte große Falter registriert. Die Flugzeit des letzteren deckte sich damit ungefähr mit der Reifezeit unserer 1947 ex ovo erbrüteten und im ungeheizten Laboratorium überwinterten Puppen. In der weiteren Umgebung von Godesberg und in anderen Teilen des Rheintals zwischen Köln und Bingen hielten sich auch in der Folge noch einzelne Stücke beider Arten bis in den Juni hinein. Ende Juli wurde *P. rapae* dann mit Aufkommen der zweiten Generation allmählich wieder häufig und im August ausgesprochen reichlich. Auch Mitte September wurde noch ein auffällig starker Flug beobachtet, der wohl von einer dritten Generation bestritten wurde. *P. brassicae* blieb dagegen während des ganzen Sommers selten. Das gleiche galt für seine Brut. Zu Schadfraß ist es bei Bonn nirgends gekommen.

E. Zusammenfassung und Folgerungen

1. *Pieris brassicae* L. produziert im Rheinland in der Regel jährlich zwei Generationen. In warmen Jahren kann es zur Einleitung einer dritten Generation kommen, die aber nicht vollendet wird, da die Raupen vor Erlangen der Reife von der Winterkälte überrascht werden und dann zugrunde gehen. In dem heißen Sommer 1947 absolvierte die Art aber drei vollständige Bruten.

2. Auch *Pieris rapae* L. bringt es im Rheinland meistens nur auf zwei vollständige Generationen. Häufiger als bei *P. brassicae* wird aber eine dritte Generation eingeleitet. So im Jahre 1942. 1947 hatte auch der Kleine Kohlweißling drei vollständige Bruten. Es ist nicht ausgeschlossen, daß einzelne Individuen der letzten Generation sich sogar noch im gleichen Jahre zum Vollkerf entwickelt und einen vierten Flug eingeleitet haben.

3. *P. rapae* erscheint im Frühling vor *P. brassicae*. Auch die Sommerbruten setzen früher als bei *P. brassicae* ein.

4. Die Flugstärke wechselt bei *P. brassicae* und *P. rapae* infolge unterschiedlicher Intensität der Begrenzungsfaktoren von Generation zu Generation und von Jahr zu Jahr außerordentlich stark. Hauptbegrenzungsfaktoren waren in den Beobachtungsjahren in bezug auf die Eigelege *Trichogramma evanescens* Westw. (Chalc.) und Raubkerfe.

wahrscheinlich in erster Linie *Forficula auricularia* L. Im Sommer 1947 ging die Mehrzahl der Eier zugrunde, wahrscheinlich infolge Überhitzung. Die Brut von *T. evanescens* Westw. ist gegen hohe Temperaturen resistenter als das Ei von *P. brassicae*. Die Raupen wurden 1947 wie in fast allen anderen Jahren stark von *Apanteles glomeratus* L. (Brac.) dezimiert. Der Pilz *Entomophthora sphaerosperma* Fres. trat in den Beobachtungsjahren bei Bonn nur schwach, in feuchteren Gebirgslagen (Eifel usw.) aber zum mindesten 1943 stark auf. Er wird der Sommerbrut von *P. brassicae* in Jahren mit feuchter August- und Septemberwitterung noch weit gefährlicher als die tierischen Parasiten. *E. sphaerosperma* Fres. verschont auch die Puppen nicht, denen außerdem die Chalcidide *Pteromalus puparum* L. regelmäßig stark zusetzt. In manchen Jahren lichten auch Kleinvögel (Meisen) den Puppenbestand über Winter aus. Gegen Kälte ist *P. brassicae* im Puppenstadium widerstandsfähig. Die Erscheinung, daß der Große Kohlweißling in der Regel in der zweiten Generation (Sommerflug) stärker als in der ersten Generation (Frühlingsflug) fliegt, ist also weniger auf winterliche Unbilden als auf belebte Begrenzungsfaktoren, vor allem auf seuchenhaft auftretende Raupen- und Puppenkrankheiten zurückzuführen.

F. Schrifttum

Blunck, H., Zur Kenntnis der Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L. 1. Beitrag: *Mesochorus pectoralis* Ratz. und seine Bedeutung für den Massenwechsel des Kohlweißlings. Zeitschr. f. angew. Entom. **30**, 418—491, 1944.

Farwick, S., Zur Kenntnis der Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L. Über einige Chalcididen als Parasiten von *Apanteles glomeratus* L. Dissertation. 108 S. Bonn 1946.

Klein, H. Z., Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Kohlweißlinge. I. Der Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf Entwicklung und Mortalität von *Pieris brassicae* L. Zeitschr. f. angew. Entom. **19**, 3, 395—448. Berlin, September 1932.

Maercks, H., Untersuchungen zur Ökologie des Kohlweißlings (*Pieris brassicae* L.) I. Die Temperaturreaktion und das Feuchtigkeitsoptimum. Zeitschr. f. Morph. u. Ökologie **28**, 5, 692—721. Berlin 1934.

Tullgren, A., Skadedjur i Sverige Åren 1912—1916. Meddelande från Centralanstalten för Jorsbrucksförsök No. 152; Entomologiska Avdelningen No. 27, pp. 104. (Ref.: Rev. appl. Entom. Ser. A, **6**, 145—151, 1918.

Aus der Zoologischen Abteilung der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem; Leiter: Prof. Dr. A. HASE

Der „Einbruch" von Erdhummeln (*Bombus terrestris* L.) in die Blüten der Feuerbohne (*Phaseolus multiflorus* Willd.)

Von

EBERHARD JANY

Mit 1 Abbildung

Wesen und Folgen eines „Blüteneinbruches"

Die Blüten der Pflanzen sind die wichtigste Nahrungsquelle für gewisse Insekten, Vögel und einige Säuger. Neben bestimmten Blütenteilen wird vor allem der Nektar ausgebeutet. Aber nicht immer stehen die Mundwerkzeuge der Tiere in einem Größenverhältnis, das dem der aufgesuchten Blüten entspricht und für einen derartigen Nahrungserwerb geeignet ist. Sie sind oft zu kurz und machen es ihren Trägern dann unmöglich, besonders bei langröhrigen Blüten mit tiefsitzenden Nektarien, das Durst- oder Hungergefühl zu befriedigen. In diesem Fall wird häufig der normale Weg durch die distale Blütenöffnung umgangen und stattdessen in die proximalen Blütenteile „eingebrochen". Zu diesem Zweck verschafft sich der Einbrecher durch Stich oder Biß mit den Mundwerkzeugen gewaltsam einen zweiten, verkürzten Zugang zum Blüteninnern. Diese Einbruchsöffnung liegt meistens in der Nähe des saftreichen Blütengrundes und erlaubt es auch Tieren mit kurzen Mundwerkzeugen den Nektar zu gewinnen (Abbildungen dieses Vorganges bei KNOLL [1931] — Blüteneinbruch eines Vogels — und bei HAMBLETON [1935] — Blüteneinbruch einer Hummel —).

Derartige „Einbrüche" können die betroffenen Pflanzen unter Umständen direkt oder indirekt schädigen. Durch die Lage der Einbruchsstelle in der Nähe des Blütengrundes, über den der Blüte die notwendige Feuchtigkeit zugeführt wird, kann der Turgordruck im Zellgewebe der Blumenblätter gestört und die Austrocknung der Blüte herbeigeführt werden, wodurch diese vorzeitig abfällt. W. MOLLER (1931) berichtet aus Costa Rica, daß die abgefallenen, röhrenförmigen Blüten eines Korallenbaums (*Erythrina corallodendron*) — Baumarten der Gattung *Erythrina* werden als Schattenspender für tropische Kulturpflanzen angebaut — zu 85—90 % Einbruchslöcher aufwiesen, die ein Zuckervogel (Diglossa) verursacht hatte. Diese Beobachtung

sei deshalb erwähnt, weil die Ähnlichkeit des Blüteneinbruches von Vögeln und Hummeln nicht weniger groß ist, wie die zwischen dem Blütenbesuch dieser Tiere überhaupt.

Einen indirekten Schaden kann der Einbrecher dadurch verursachen, daß er beim Nektarraub nicht mehr mit den Staubgefäßen in Berührung kommt. Bei tierblütigen Pflanzen wird so die Pollenverbreitung und damit die Fruchtbildung beeinträchtigt. —

Die Blüteneinbrüche können durch ihre Folgen eine wirtschaftliche Bedeutung erlangen, wenn Kulturpflanzen von ihnen betroffen werden. Eine ausführliche Behandlung dieser Frage erscheint daher aus wirtschaftlichen wie biologischen Gründen gerechtfertigt.

Frühere Feststellungen über den Blüteneinbruch an Feuerbohnen

Ein seit langem bekanntes Problem, das bisher noch nie gründlich untersucht worden ist und das daher zu falschen Rückschlüssen verleitet hat, stellt der Einbruch von Hummeln in die Blüten der Feuerbohne (*Phaseolus multiflorus*) dar. Einer der ersten Beobachter dieses Vorganges war Darwin (1877). Er sah schon im Sommer 1857 Hummeln in Bohnenblüten einbrechen, als er den Befruchtungsvorgang dieser Pflanzen studierte. Sein Landsmann Belt („Nature" 26, 1875) berichtet sogar, daß in der Nähe von London ein Feld von *Phaseolus multiflorus* durch den Blüteneinbruch von Hummeln „unfruchtbar gemacht wurde". Als Einbrecher vermutete zuerst H. Müller (1873) die Erdhummel (*Bombus terrestris* L.). In neueren Arbeiten über Hummeln als Blütenbesucher wird auch der Blüteneinbruch behandelt, aber nur an Wildpflanzen (vgl. Kugler 1943 und Fittioni 1942). Die Feuerbohne, als das „klassische" Beispiel für Blüteneinbruch an einer Kulturpflanze, ist trotz ihrer wirtschaftlichen Bedeutung nicht beachtet worden.

In den letzten Jahren erhielt die Biologische Zentralanstalt (Berlin-Dahlem) wiederholt Mitteilungen über den Einbruch von Hummeln in Bohnenblüten, so aus Brandenburg, Sachsen und Bremen. Übereinstimmend wurde in den Zuschriften erklärt, daß die von Hummeln aufgebrochenen Bohnenblüten „massenhaft" abfallen oder am Stengel welken und vertrocknen. In der fraglichen Zeit herrschte oft „langanhaltende, trockene Witterung" (A. Helm, Pflanzenschutzamt Dresden, in litt.). Der Gartenbaubetrieb H. Martens schrieb aus Bremen-Huchting auf Grund mehrjähriger Beobachtungen, daß „die von Hummeln von oben angestochenen Bohnenblüten nach einigen Stunden abfallen, ohne angesetzt zu haben, so daß die Erde einer Schneedecke gleicht". Becker-Dillingen (1943), der ebenfalls den Nektarraub von Hummeln an Feuerbohnen erwähnt, sagt nichts über eine etwa dadurch herbeigeführte Ertragsminderung und Reh (in Sorauer III, 1913) glaubt, daß unter Umständen auch die Honigbienen an den Einbrüchen in Bohnenblüten beteiligt sind.

Beobachtungen auf dem Versuchsfeld der B.Z.A. in Berlin-Dahlem

Um die Beziehungen zwischen Hummeln und Bohnenblüten zu klären, wurde auf Veranlassung von Herrn Prof. Dr. A. HASE in den Jahren 1947—1949 der Hummelbesuch an rot- und weißblühenden Feuerbohnen beobachtet. Die Kontrollen wurden an 2 verschiedenen Plätzen vorgenommen, deren einer mit 46 Bohnenstangen (rotblühende Feuerbohnen) und deren anderer mit 30 Stangen (22 mit rot- und 8 mit weißblühenden Pflanzen besetzt war.

Wie in den vorhergehenden Jahren, wurden auch in der Vegetationsperiode 1949 die vorgekeimten Bohnen am 20. Mai ausgelegt. Bis zum 12. Juli waren die Pflanzen mehr als 1 m an den Stangen emporgerankt und blühten. Trotz genauer Kontrollen konnten an den nach Mitte Juli in voller Blüte stehenden Feuerbohnen keine Einbrüche festgestellt werden. Der Hummelbesuch war bis dahin an den Bohnenblüten nur schwach. Er beschränkte sich auf Feldhummeln (*Bombus agrorum*) und einzelne Steinhummeln (*B. lapidaris*). Beide Arten benutzten ausnahmslos den Blüteneingang. Gelegentlich wurden in der Nähe der Bohnen, doch niemals an ihren Blüten, einzelne *B. hypnorum* (an *Campanula*) und *B. terrestris* (an *Lupinus*, *Compositae* u. a.) gesehen.

Am 25. Juli 1949 veränderte sich das Bild. Erdhummeln (*B. terrestris*) besuchten nun auch die Blüten der Feuerbohnen, indem sie in diese in der oben geschilderten Weise einbrachen. Am Nachmittag dieses Tages trugen 80—90 % der Bohnenblüten die charakteristischen Spuren der Einbrüche (s. Abb. 1, A, B, C). Bis zum 28. Juli waren sämtliche Blüten aufgebrochen worden. Dieses Bild blieb im ersten Augustdrittel unverändert. Vom 12. August an wurde in neu aufgeblühte Blüten seltener eingebrochen. Am Ende des Monats (29. August) war der Anteil verletzter Blüten auf weniger als 5 % zurückgegangen. In den Tagen um den 26. Juli und 29. August fielen viele Blüten ab.

Die folgende Übersicht läßt eine Wechselbeziehung zwischen den oben genannten Vorgängen und dem Temperaturverlauf erkennen:

Datum	Beobachtungen an Feuerbohnen	Mittlere Tagestemperatur °C
20. Juli	In voller Blüte. Keine Einbrüche . .	13,8
25. Juli	80 – 90 % der Blüten zeigt Einbrüche .	21,4
26. Juli	Starker Blütenabfall	22,2
28. Juli	> 90 % Einbrüche	20,0
12. August	70 % Einbrüche	13,2
29. August	< 5 % Einbrüche, starker Blütenabfall .	18,7

Niederschläge fielen in der Beobachtungsperiode nur wenig und unregelmäßig. Eine Beziehung zur Bohnenblüte war insofern zu erkennen, als den Tagen mit besonders starkem Blütenabfall (26. Juli

und 29. August) jeweils mehrere sehr trockene Tage vorausgingen. Der Temperaturverlauf bestätigt diese Erscheinung: Nach 6 niederschlagsfreien Tagen erreichten die mittleren Tagestemperaturen am 26. Juli mit 22,2 ° den zweiten Spitzenwert des Monats. Das Maximum von 23,5 ° wurde schon am 13. und 14. Juli erreicht, als die Bohnenblüte noch nicht so weit fortgeschritten war. Im folgenden Monat fielen die meisten Blüten um den 29. August herum ab, d. h. nach 6 Tagen, an denen die mittleren Tagestemperaturen 20 ° und mehr betrugen. Das Maximum der Tagesmittel in der zweiten Monatshälfte war nach 9 niederschlagsfreien Tagen am 25. August (23,9 ° C).

Aus diesen Zahlen geht deutlich hervor, daß der Abfall der Bohnenblüten nur eine Folge des trockenen und warmen Sommerwetters gewesen ist und mit dem zum Teil zeitlich zusammenfallenden Blüteneinbruch der Hummeln in keinem ursächlichen Zusammenhang gestanden hat. Das ergibt sich auch aus dem Umstand, daß nicht nur Blüten, sondern auch unbeschädigte Blütenknospen, in die nur sehr selten eingebrochen wird, abgeworfen wurden. Der Blütenabfall war am 29. August nicht geringer als am 26. Juli und erfolgte zu einer Zeit, in der die Einbrüche wieder abgenommen hatten ($< 5\%$).

Apiden-Besuche an den Blüten der Feuerbohne

Nach Erklärung des klimatisch bedingten Blütenabfalls ist festzustellen, ob die Befruchtung der entomophilen Blüten der Feuerbohne durch den Nektarraub der Erdhummeln beeinträchtigt wird. Nach Becker-Dillingen (1943) sind Hummeln und Honigbienen die wichtigsten Bestäuber von *Phaseolus*. Während der häufigsten Einbrüche der Erdhummel wurden die Bohnenblüten in Dahlem auf normalem Wege außer von einzelnen Kohlweißlingen (*Pieris brassicae*), Zitronenfaltern (*Gonopteryx rhamni*) u. a., vor allem von Feldhummeln (*B. agrorum*) besucht. Die Arbeiterinnen dieser Hummel wurden regelmäßig beobachtet und waren nach den Honigbienen die häufigsten Besucher überhaupt. Im Gegensatz zu den Bienen benutzten die Feldhummeln aber ausschließlich den Blüteneingang. Allein ihrer regen Sammeltätigkeit ist es zu verdanken, wenn in der Zeit der meisten Einbrüche von *B. terrestris* die neu sich öffnenden Blüten bestäubt wurden. Die Honigbiene, als zahlreichster Besucher (in unmittelbarer Nähe der Versuchsanlage stand ein gut besetztes Bienenhaus!), schied in der fraglichen Periode als sicherer Bestäuber mehr oder weniger aus, im Gegensatz zu der Zeit vor und nach der Hauptbesuchszeit der Erdhummel (1949: 25. Juli bis etwa 10. August). Bis auf wenige Ausnahmen beflogen die Bienen als Nutznießer der Erdhummeln nur die von letzteren herrührenden Einbruchsöffnungen. Die Umstellung der Honigbienen vom Normalbesuch durch den Blüteneingang auf die „Einbrüche" der Erdhummel (Ende Juli) und anschließend wieder auf Normalbesuch (Mitte August) ging so schlagartig vor sich, daß man geneigt ist diesen Vorgang nicht nur psychologisch (Lern-

vermögen), sondern wenigstens teilweise auch physiologisch zu erklären. Es ist denkbar, daß aus der saftreichen Einbruchsstelle am Blütengrund ein stärkerer Blütenduft strömt als aus dem Blüteneingang. Dem steht nicht entgegen, daß sowohl Honigbienen als auch Erdhummeln (selten) manchmal zuerst den Blüteneingang aufsuchten und sich dann erst der bereits vorhandenen Einbruchsöffnung zuwandten. Im Anfangsstadium der Selbstdressur ist wahrscheinlich die Anflugrichtung für die Wahl des zuerst betretenen Zuganges zur Nektarquelle ausschlaggebend (Dominanz des stärksten Reizes: In größerer Entfernung entscheidet Farb-, in geringerer Duftreiz). Die Bienen, die regellos wechselnd Blüteneingang und Einbruchstelle aufsuchen, stehen demnach noch im Anfangsstadium der Dressur, während die Artgenossen, die überwiegend oder nur die Einbruchsstellen besuchen, bereits „gelernt" haben.

In diesem Zusammenhang sei auch die Beobachtung erwähnt, daß gewisse Blüten oft nur angeflogen, aber nicht besucht werden, und daß das Insekt nach kurzer Orientierung im Standflug weiterfliegt. So wurde am 26. Juli eine bestimmte rote Blüte der Feuerbohne in 10 Minuten zweimal von *B. terrestris* und achtzehnmal von *Apis mellifica* nur angeflogen. Es wird vermutet, daß die betreffende Blüte duftlos war (vgl. KUGLER 1943, 194). Besonders häufig wurden derartige Beobachtungen an abnorm gefärbten Blüten gemacht. Diese waren nicht durchgehend rot gefärbt, sondern besaßen weißlich-rosafarbene Fahnen. Die neuerdings festgestellten Geruchsbahnen der Hummelmännchen (HAAS 1946) dürften hiermit nichts zu tun haben, da männliche Tiere an den Bohnen nicht gesehen wurden. Der Geruchssinn kann hierbei aber in ähnlicher Weise wie bei den „Spurhummeln" mitwirken, weil die angeflogenen Blüten vielleicht nicht den von Vorgängern hinterlassenen, artspezifischen Geruch ausströmten und daher von den späteren Besuchern gemieden wurden.

Wie oben ausgeführt, sorgte in Dahlem zur Zeit der Einbruchstätigkeit der Erdhummel nur die Ackerhummel (*B. agrorum*) für eine fortlaufende Bestäubung der roten Bohnenblüten. In anderen Gegenden kann das ebenso sein oder mögen andere Hymenopteren die Stelle von *B. agrorum* einnehmen. Es wäre aber auch denkbar, daß an hummelarmen Örtlichkeiten kein (Hummel-) Ersatz für die durch *B. terrestris* von ihrer Bestäuberrolle abgelenkten Honigbienen vorhanden ist. Der Ernteertrag wird sich dann auf Grund mangelnder Befruchtung verringern, worauf schon DARWIN (1877) und REH (in SORAUER 1913) hingewiesen haben. Deshalb darf aber nicht jeder mangelhafte Fruchtansatz als eine Folge der Hummeleinbrüche angesehen werden, denn auch bei künstlicher Befruchtung sollen die obersten und untersten Blüten einer Traube schlecht ansetzen (BECKER-DILLINGEN 1943). Feuerbohnen mit weißen Blüten sind mangelnder Insektenbestäubung gegenüber nicht so empfindlich wie rote, da bei diesen Pflanzen häufiger Selbstbefruchtung eintritt (HÜBNER 1949).

Neben *B. terrestris* und *B. agrorum* besuchte in Dahlem noch eine dritte Hummelart die Bohnenblüten. Einige wenige Male wurde auch die Steinhummel (*B. lapidaris*) an den Blüteneinbrüchen der Erdhummel beobachtet. Sie benutzte niemals den Blüteneingang und hielt sich in der Hauptsache an den mit Wucherblumen und anderen Kompositen bepflanzten Blumenbeeten in der Nähe der Bohnenstangengruppe auf.

„Masseneinbruch" der Erdhummel und örtliche Wetterlage

Nach mündlicher Mitteilung von Herrn Prof. Dr. H. Bischoff (Mus. f. Naturkunde, Berlin), der so liebenswürdig war, die gefangenen Hummeln zu bestimmen und auch die Untersuchungen beratend förderte, ist die größte Individuenzahl an ausgeflogenen Erdhummeln (Arbeitern) Ende Juli bis Anfang August zu erwarten. In dieser Zeit werden die meisten Einbrüche verübt. An ihrer Entstehung sind in der Hauptsache die Arbeiterinnen schuld, da die alten Weibchen jetzt das Nest nicht mehr verlassen, die jungen Weibchen erst im Laufe des August ausfliegen (ein solches wurde in den frühen Morgenstunden des 13. August vor Sonnenaufgang, an der Unterseite eines Bohnenblattes hängend, gefunden) und die Männchen für einen Blüteneinbruch zu schwach sind.

Nach den Beobachtungen in Dahlem tritt die im letzten Julidrittel zu erwartende Höchstzahl nahrungssuchender Arbeiterinnen immer dann auf, wenn die Temperaturkurve (Tagesmittel) einen Wellenberg erreicht. Der Zeitpunkt dieses Wärmemaximums hängt von der örtlichen Wetterlage ab und ist daher nicht nur jährlich, sondern wahrscheinlich auch räumlich verschieden.

Beobachtungsjahr	„Masseneinbruch" der Erdhummel in Berlin-Dahlem	Wärmespitzen im letzten Julidrittel mit Tagesmitteln > 20° C	Maxima der Tagesmittel nach dem 15. Juli
1947	23. Juli	22. Juli—30. Juli	25. Juli (24,8°)
1948	4. August	24. Juli—3. August	30. Juli (26,2°)
1949	25. Juli	24. Juli—26. Juli	26. Juli (22,2°)

Die Bedeutung des Temperaturverlaufes für die plötzlich einsetzenden „Masseneinbrüche" geht aus den genannten Zahlen deutlich hervor. In den Julimonaten der Jahre 1947 und 1949 erfolgte der Masseneinbruch nachdem die mittleren Tagestemperaturen 20° überschritten hatten. Dieser Zeitpunkt lag in diesen Jahren v o r dem Temperaturmaximum des ganzen Monats (1947), bzw. vor dem der zweiten Monatshälfte (1949). Der späte Masseneinbruch des Jahres 1948 (4. August) läßt sich ebenfalls klimatisch erklären. Die erste und zweite Julidekade war 1948 verhältnismäßig kühl:

	1947	1948	1949
Mittlere Tagesmittel vom 1.—20. Juli:	18,7°	15,2°	18,0°

Die niedrigen Temperaturen der ersten 20 Tage des Juli 1948 hemmten die Entwicklung der Erdhummeln (herabgesetzte Aktivität). Im Gegensatz zu 1947 und 1949 ging der Masseneinbruch in die Blüten der Feuerbohnen in diesem Jahre daher erst n a c h dem Temperaturmaximum der zweiten Julihälfte (30. Juli), das gleichzeitig das des ganzen Monats war, vor sich.

Wenn 3 Beobachtungsjahre auch ein zu kurzer Zeitraum sind, um Endgültiges über den Z e i t p u n k t des Masseneinbruchs der Erdhummel zu sagen, so scheint eine gewisse P r o g n o s e doch schon möglich zu sein:

> Bei normalem Temperaturverlauf in der ersten und zweiten Dekade des Juli (durchschnittliche Tagesmittel in dieser Zeit nicht $< 18\,^{\circ}$ C) ist ein Masseneinbruch der Arbeiterinnen von *Bombus terrestris* dann zu erwarten, wenn die Temperaturkurve (Tagesmittel) in der zweiten Monatshälfte einem Höhepunkt entgegengeht und $20\,^{\circ}$ C überschreitet. Ist die erste Julihälfte dagegen ungewöhnlich kühl, so wird sich der Masseneinbruch verzögern.

Die in Berlin-Dahlem gewonnenen Werte dürfen nicht ohne weiteres verallgemeinert werden. In anderen Gegenden, z. B. in Westdeutschland, sind unter Umständen andere Zahlen für den Zeitpunkt und die Temperaturschwelle des Masseneinbruchs zu erwarten.

Ein warmer, trockener Vorsommer begünstigt einen Masseneinbruch auch dadurch, daß er die Blütezeit der Feuerbohne zusammendrängt. Die so verursachte Blütenfülle in der für einen Masseneinbruch kritischen Zeitspanne kommt den Anforderungen entgegen, welche die Hummeln allgemein an die von ihnen bevorzugten Blütenpflanzen stellen. PITTIONI (1942) hebt hervor, daß Hummeln unter Wildpflanzen solche Blumenarten am häufigsten besuchen, die auf engem Raum zusammengedrängt, eine besonders große Blütenfülle aufweisen („Hummelpflanzen"). Einzeln unter anderen Arten wachsende Individuen dieser Blumen sollen oft gar nicht besucht werden. PITTIONI erklärt auf diese Weise die Entstehung von „Hummelinseln" in hummelarmen Steppen usw., in denen sich die Hummeln um derartige Horste von Hummelpflanzen scharen. Die Blütenfülle einer alljährlich an gleicher Stelle in Monokultur angebauten Kulturpflanze, die zugleich eine Hummelpflanze ist, bietet alle Voraussetzungen für die Entstehung einer „Hummelinsel" in der Kultursteppe, d. h. für die Ansammlung zahlreicher Hummelkolonien um eine ergiebige Nahrungsquelle. Die übliche Anbaumethode, Feuerbohnen an Reihen von Bohnenstangen zu ziehen, leistet einem Masseneinbruch der Erdhummel daher Vorschub, weil so eine Höchstzahl von Blüten auf engem Raum konzentriert wird. Die Beobachtung, daß die Blüten der an einem langen Maschendrahtzaun rankenden Feuerbohnen in Dahlem zu einem viel geringeren Prozentsatz von Erdhummeln gewaltsam geöffnet waren als die „Stangenbohnen" mit gleicher Blütenfarbe, bestätigt das oben Gesagte.

Die Zahl der Masseneinbruch verübenden Erdhummeln

Ein Masseneinbruch, bei welchem in kurzer Zeit fast alle Blüten gewaltsam am Kelch geöffnet werden, wird von nur wenigen Einzeltieren verübt, weil jede Hummel schnell und gründlich arbeitet. Wie beobachtet, kann eine Arbeiterin der Erdhummel in 1 Minute durchschnittlich in 6—10 Bohnenblüten einbrechen. Bei der intensiven Arbeitsweise dieser Tiere, die an einer Traube gewöhnlich von Blüte zu Blüte klettern, kommt auf jede Arbeiterin eine große Zahl von Einbrüchen. Wenn man nur 5 Einbrüche in der Minute für eine Arbeiterin veranschlagt, da zu berücksichtigen ist, daß auch die Einbruchsöffnungen anderer Individuen besucht werden, so sind das in einer Stunde 300 Einbrüche. Zur Zeit des Masseneinbruchs der Erdhummel trug jede Stange, an der rotblühende Feuerbohnen rankten, rund 30 Blütentrauben mit je 10 offenen Blüten, jede Bohnenstange also insgsamt etwa 300 Blüten. Um in sämtliche Blüten der an einer Stelle des Dahlemer Versuchsfeldes aufgestellten 46 Stangen (= 13 800 Blüten) an einem Tage einzubrechen, genügt theoretisch eine Zahl von noch nicht 10 Hummeln, wenn die Einbruchstätigkeit auf 5 Stunden begrenzt wird. Da 1949 zu Beginn des Masseneinbruchs nur 80—90 % der Bohnenblüten aufgebrochen wurden und die Sammeltätigkeit der Erdhummeln in den Hochsommertagen sicherlich länger als 5 Tagesstunden währt, so kann mit hoher Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß der „Masseneinbruch" in die Blüten der an 46 Stangen rankenden Feuerbohnen von nur 5 bis 8 Arbeiterinnen im Laufe eines Tages verübt worden ist. Die erstaunlich geringe Individuenzahl dieser Rechnung stimmt mit den Feldbeobachtungen gut überein und erklärt, weshalb nie mehr als 3 bis 4 Erdhummeln gleichzeitig an den Blüten der 46 Bohnenstangen beobachtet wurden.

Der Nektarraub der Erdhummel

Die Erdhummel scheint in die Stelle des Blütenkelches einzubrechen, die ihr am leichtesten zugänglich ist. Das ist im allgemeinen und besonders bei den gedrängt sitzenden Blüten der rotblühenden Feuerbohnen (büschelförmige Trauben) die untere Seite des Kelchblattes (siehe Abb. 1, A, S. 180). Die Blüten der weißblühenden Feuerbohnen („Petersburger"), die meistens in etwas größeren Abständen an mehr tannenbaumförmigen Blütentrauben sitzen, werden häufig auch von oben aufgebrochen. Bei den roten Blüten ist das nicht so leicht möglich, es kommt aber auch vor.

Beim Einbruch sticht die Erdhummel mit den Maxillen ein- oder zweimal in den Blütenkelch. Die so entstandene Öffnung scheint dann mit den Mandibeln beißend erweitert zu werden, bis der Nektar aufgenommen werden kann. Es ist nicht leicht diesen Vorgang genau zu verfolgen. Andere Hummeln, z. B. der kräftige *B. mastrucatus* der Alpen, sollen vorwiegend beißend einbrechen (Kugler 1943). In den

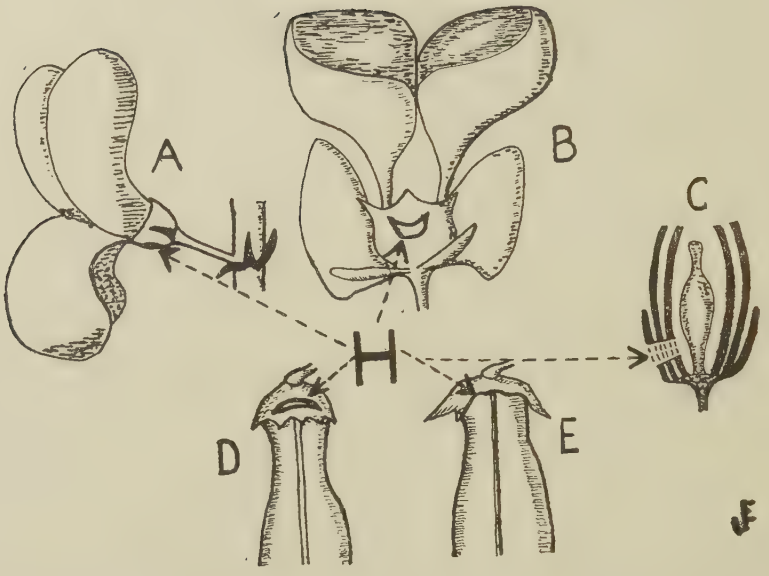


Abb. 1. Einbruch von *Bombus terrestris* in die Blüten der Feuerbohne (*Phaseolus multiflorus*). H: Lage der Einbruchsstelle; A: Seitenansicht; B: Aufsicht (typische Verletzungsform des Kelchblattes); C: Querschnitt (der Fruchtknoten wird nicht beschädigt); D-E: Die wachsende Hülse sprengt das Kelchblatt an der Einbruchsstelle

Morgenstunden, wenn im Zellgewebe der Blüte ein hoher Turgordruck besteht, ist der Einbruch als ein knackendes Geräusch noch in 1—2 m Entfernung gut zu hören.

Wie Abb. 1, C zeigt, verletzt die Erdhummel beim Nektarraub nur das Kelchblatt und die basalen Teile der Blütenblätter, nicht aber den Fruchtknoten. Die Einbruchsstelle ist verhältnismäßig breit (am Kelchblatt bis 2 mm). Über den Verbleib der herausgebissenen Gewebeteile konnte nichts festgestellt werden. Es besteht der Verdacht, daß die betreffenden, saftreichen Gewebeteile der Blüte von den Hummeln verzehrt werden. Ähnliches ist von blütenbesuchenden Vögeln bekannt und auch tropische Insekten fressen Gewebeteile der von ihnen besuchten Blüten, z. B. von Orchideen (KNOLL 1931).

Eine schon vor dem Blüteneinbruch bestäubte Blüte wird durch diesen in ihrer weiteren Entwicklung und Fruchtbildung in keiner Weise beeinträchtigt. Das ist auch später noch am vertrockneten Kelchblatt der heranwachsenden Hülse zu erkennen (Abb. 1, D und E).

Ergebnis

Die schon DARWIN bekannten „Einbrüche" von Hummeln in die Blüten der Feuerbohne (*Phaseolus multiflorus*) wurden 1947—1949 in der Biologischen Zentralanstalt (Berlin-Dahlem) näher untersucht, da über ihre Folgen bis heute Unklarheit herrschte.

Um den tiefsitzenden Nektar zu erreichen, benutzt die kurzrüsselige Erdhummel (*Bombus terrestris*) nicht den Eingang der teilweise röhrenförmigen Bohnenblüte, sondern verschafft sich am Blütengrund von außen durch Stich und Biß mit den Mundwerkzeugen einen kürzeren Zugang zum Nektar. Dieser „Einbruch" wird außer von weiblichen Hummeln vorwiegend von Arbeiterinnen verübt.

Der Einbruch beeinträchtigt weder die Fruchtbildung, wie seine Spuren an den Kelchblättern der heranreifenden Hülsen erkennen lassen, noch verursacht er einen vorzeitigen Blütenabfall.

Zur Zeit der größten Zahl ausgeflogener Arbeiterinnen (Ende Juli bis Anfang August) erfolgt ein „Masseneinbruch", d. h. in kurzer Frist (1—2 Tagen) wird die überwiegende Mehrzahl der Blüten des Nektars beraubt. An einem Masseneinbruch sind nur wenige Individuen beteiligt, da anscheinend 5—8 Hummeln genügen, um im Laufe eines Tages in mehr als 10 000 Blüten (= 46 Bohnenstangen) einzubrechen.

Die örtliche Wetterlage beeinflußt den Zeitpunkt des Masseneinbruchs. In Berlin-Dahlem ist dieser in normal temperierten Sommern dann zu erwarten, sobald die Kurve der mittleren Tagestemperaturen sich gegen Ende Juli einem Höhepunkt nähert. Nach einem kühlen Vorsommer kann sich der Masseneinbruch bis Anfang August verzögern. Diese für Berlin geltenden Angaben dürfen nicht ohne weiteres verallgemeinert werden. In anderen Klimagebieten sind andere Zahlen für den Zeitpunkt und die Temperaturschwelle des Masseneinbruchs zu erwarten.

Die Temperatursteigerung, die einen Masseneinbruch der Erdhummel auslöst, drängt gleichzeitig die Blütezeit der Feuerbohne zusammen und verursacht bei hinzukommender Trockenheit, die zu dieser Jahreszeit häufig ist, einen vorzeitigen Blütenabwurf. Letzterer erfolgt unabhängig vom Blüteneinbruch der Erdhummel.

Die Vorliebe der Hummeln für Pflanzen, die ihnen auf engem Raum eine Höchstzahl an Blüten bieten, kann, analog zu den Verhältnissen in der Natursteppe, auch in der Kultursteppe die Entstehung von „Hummelinseln" fördern, wenn hummelblütige Kulturpflanzen wiederholt an gleicher Stelle in Monokultur angebaut werden.

Der häufigste Blütenbesucher von *Phaseolus multiflorus* ist neben Kohlweißlingen u. a. die Honigbiene. Sie besucht in der Zeit des Masseneinbruchs von *B. terrestris* fast nur die Einbruchsöffnungen dieser Hummel. Hierdurch kann die Befruchtung und damit die Ertragsleistung der Feuerbohne beeinträchtigt werden, wenn nicht auch in dieser Zeit normale Blütenbesucher, wie die Ackerhummel (*B. agrorum*), in ausreichender Zahl vorhanden sind. Das scheint nicht immer und überall der Fall zu sein, so daß sich die Einbrüche der Erdhummel (*B. terrestris*) hierdurch unter Umständen nachteilig auf die Bohnenernte auswirken können. Um Ernteausfälle zu vermeiden, wird vorgeschlagen gegebenenfalls Bohnensorten anzubauen, bei denen

Selbstbefruchtung häufig ist. Die Ackerhummel (*B. agrorum*) ist als zuverlässiger Bestäuber zu schützen. Eine Verfolgung der Erdhummel (*B. terrestris*) durch Vernichtung des Nestes ist bei Vorhandensein von *B. agrorum* überflüssig und auch sonst wohl nur in seltenen Fällen notwendig.

Nachtrag

Nach Abschluß des Manuskriptes erschien eine Arbeit von W. SPEYER (Kiel-Kitzeberg) über „Blütenbeschädigungen an *Vicia faba*" (Nachrichtenbl. der Biol. Zentralanstalt Braunschweig [1, 1949, 133—135]). Da es sich bei diesen Blütenbeschädigungen ebenfalls um Einbrüche in die basalen Blütenteile einer Kulturpflanze handelt, ist eine kurze Stellungnahme notwendig.

Die Einbruchsöffnungen in den Blüten von *Phaseolus multiflorus* (Urheber: Arbeiter von *Bombus terrestris*) sind mit denen, die SPEYER von *Vicia faba* (Urheber: ?) schildert, anscheinend nicht identisch. Die Einbrüche unterscheiden sich vor allem in der Form (Feuerbohne: Einzelöffnung, Ackerbohne: Doppelöffnung) und in der Zahl (Feuerbohne: In der Regel nur ein Einbruch [vorwiegend ventral], sehr selten zwei [einer dorsal, einer ventral, niemals hinter- oder nebeneinander!]. Ackerbohne: Anscheinend häufiger zwei „Löcher-Paare" dorsal [nur?] nebeneinander).

SPEYER vermutet als Einbrecher die Honigbiene, doch liegen einwandfreie Beobachtungen hierüber noch von keiner Seite vor. Unter bestimmten Voraussetzungen (Feuchtigkeitsmangel zur Zeit der größten Individuenzahl, Abwesenheit von *Bombus terrestris* usw. halte ich eine zeitlich und örtlich begrenzte Einbruchstätigkeit der Bienen in dünnwandige Blütenteile von häufig vorkommenden Blütenpflanzen für möglich, wenn die Blüten derselben für einen normalen Bienenbesuch ungeeignet sind (tiefsitzende Nektarien und lange, enge Blütenröhre).

Die von SPEYER erwähnten Angaben von FECHNER (Archiv für Bienenkunde 8, 1927, 57—128) bestätigen viele meiner Beobachtungen, z. B. die „erstaunliche Schnelligkeit", mit der *Bombus terrestris* einbricht, u. a. m.

E. JANY

Literatur

BECKER-DILLINGEN, Handbuch des gesamten Gemüsebaues. 4. Aufl. Berlin 1943.

DARWIN, CH., Kreuz- und Selbstbefruchtung. Stuttgart 1877.

HAAS, A., Neue Beobachtungen zum Problem der Flugbahnen bei Hummelmännchen. Zeitschr. f. Naturforschung **1** (1946), 596—600.

HAMBLETON, I. J., Man's winged ally, the busy honeybee. National Geogr. Magazine **67** (1935), 401—428.

HÜBNER, R., Praktikum der landwirtschaftlichen Pflanzenkunde. Wolfenbüttel und Hannover 1949.

KNOLL, FR., Bestäubung. Handwörterbuch d. Naturwissenschaften. 2. Aufl. Jena 1931.

Kugler, H., Hummeln als Blütenbesucher. Ergebn. d. Biologie **19** (1943), 143 bis 323.

Moller, W., Vorläufige Mitteilung über die Ergebnisse einer Forschungsreise nach Costa Rica zu Studien über die Biologie blütenbesuchender Vögel. Biol. Generalis Bd. **VII/2** (1931).

Müller, H., Durch Insekten befruchtete Blumen. Leipzig 1873.

Pittioni, Br., Hummeln als Blütenbesucher. Mitt. d. Bulgar. Entomolog. Ges. in Sofia **12** (1942), 63—126.

Sorauer, Handbuch f. Pflanzenkrankheiten Bd. **III**, 1913.

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Kiel

Die Überwinterungsverhältnisse der landwirtschaftlichen Schädlinge

Von W. Tischler

Um auch auf weite Sicht Erfolge im Kampf gegen die landwirtschaftlichen Schädlinge zu erzielen, müssen in erster Linie die biologischen Grundlagen bekannt sein. Der Pflanzenschutz darf sich auf keinen Fall in der chemischen Bekämpfung erschöpfen. Ebenso wichtig sind geeignete Kulturmaßnahmen, weil sie Schäden vorbeugen helfen. Solche Maßnahmen können jedoch allein auf biozönotischer Grundlage sinnvoll sein (1, 2). Nur wenn man einen Einblick in das ganze Gefüge eines Kulturbiotops mit den Wechselbeziehungen von Klima, Boden und Biota besitzt, lassen sich die Eingriffe des Menschen in das Zusammenleben der Biotopbewohner in mancher Hinsicht ausgleichen.

Die folgenden Ausführungen sollen die bisherigen Kenntnisse autökologischer Einzelbeobachtungen bezüglich der Überwinterungsverhältnisse in den anthropogenen Biotopen zusammenfassen. Dadurch ergeben sich neue Gesichtspunkte für Biozönotik und Pflanzenschutz. Aus praktischen Gründen unterscheide ich Gramineenbiotope (Getreidefelder und Grasland), Hackfruchtfelder (Kartoffeln, Beta-Rüben, Möhren), Kruziferenfelder (Raps, Rübsen, Kohl, Kohlrüben, Senf, Rettich, Radieschen, Meerrettich), Leguminosenbiotope (Erbsen, Bohnen, Wicken, Lupinen, Klee, Luzerne) und Obstgärten. Anhangsweise seien Spargel-, Zwiebel- und Salatfelder besprochen, während Weinberge mir aus eigener Anschauung nicht bekannt sind.

Viele Arten sind während der kalten Jahreszeit in andere Lebensstätten abgewandert und kommen im nächsten Jahr nur an ihre alten Plätze zurück, wenn sie dort die geeigneten Nähr- und Brutpflanzen wieder vorfinden. Gerade bei der Fruchtfolge ist es daher wichtig zu wissen, mit welchen Schädlingen man von vornherein zu rechnen hat, weil sie an Ort und Stelle auf dem Felde überwintern. Doch auch bei Fragen der Mischsaat, Unkrautbekämpfung, Aussaatzeiten, Abmähen der Feldraine usw. muß man die Anwesenheit pflanzlicher und tierischer Schädlinge berücksichtigen. Die Kenntnis ihrer Überwinterungsweise kann sogar für die chemische Bekämpfung wichtig werden. Eigentlich

dürften sich biozönotische Untersuchungen nicht auf die Schädlinge allein beschränken, doch stellen diese immerhin schon einen wesentlichen Teil im Gesamtgefüge dar, von deren Existenz auch die Episiten, Parasiten, Saprophagen und Unkrautfresser nicht unbeeinflußt bleiben.

Nach der Überwinterungsart lassen sich die Tiere eines Kulturbiotops in drei ökologische Gruppen einteilen:

1. Arten, die an oder in der Kulturpflanze überwintern. Sie können z. B. für viel- und mehrjährige Nutzpflanzen wie Obstbäume, Gräser, Luzerne, Klee, Spargel und für die Wintersaat etwa von Weizen, Roggen, Raps oder Rübsen von Bedeutung sein. Zur gleichen Gruppe gehören die Tiere, welche die kalte Jahreszeit an den Resten der abgeernteten Pflanzen (Stoppeln) überdauern.

2. Arten, die im Boden des Kulturfeldes überwintern, auf dem sie sich im Sommer aufgehalten haben.

3. Arten, die als Winterquartier entfernt liegende andersartige Biotope aufsuchen.

Der dritten Gruppe liegen eigene Untersuchungen an Waldrändern, Hecken und Feldrainen in Schleswig-Holstein und Ostpreußen zugrunde, für die Gruppen 1 und 2 wurden Beobachtungen aus der Literatur, die sich mit der Biologie der einzelnen Schädlinge befassen, zusammengestellt.

Auf Getreidefeldern und Grasland kommen nur wenige schädliche Arten vor, die im Herbst wegziehen (Tabelle 1). Unter diesen dürften die Thripse in Mitteleuropa kaum als Schädlinge anzusehen sein. Getreidewanzen spielen nur in sehr geschützten Lagen auf trockenen Böden, vor allem an Roggen eine gewisse Rolle. Getreideblattläuse und Getreidehähnchen werden selten in solchem Maße gefährlich, daß eine Bekämpfung lohnt. Wichtige Arten bleiben dagegen auf dem Feld im Boden oder an den jungen Pflanzen, um im Frühjahr sofort mit ihrem Zerstörungswerk zu beginnen. Durch Vernichten der Stoppeln lassen sich nur Maiszünsler und Halmwespe ausschalten. Einige Beispiele sollen die Bedeutung des Fruchtwechsels auf den Getreideschlägen aufzeigen. Um starken Stockälchenbefall zu vermeiden, darf Winterroggen auf leichten Böden nur nach Hackfrüchten oder Gerste angebaut werden. Um den Boden nicht mit Haferälchen zu sehr anzureichern, muß man zwei Fruchtfolgen lang mit Hafer aussetzen und statt dessen Hackfrüchte, Ölfrüchte oder Leguminosen anbauen (3). Haarmücken befallen Getreide am stärksten nach Hackfrucht (4), das Gegenteil gilt für die Brachfliege, welche die Wintersaaten am meisten nach Brache und allen das Feld früh räumenden Pflanzen heimsucht (5). Auf Feldern, auf denen der Getreidelaufkäfer in Massen auftritt, darf Getreide nicht zwei Jahre nacheinander gebaut werden, sondern es muß ein Fruchtwechsel mit Hackfrüchten oder Leguminosen stattfinden. Weizengallmückenplagen nehmen von Feldern ihren Ursprung, auf denen im Vorjahre Weizen oder Gerste stand.

Tabelle 1

Überwinterungsverhältnisse auf Getreidefeldern und Grasland

Art	Ökolog. Gruppe	Habitat	Stadium
Cephus pygmaeus L. (Getreidehalmwespe)	1	innerhalb der Stoppeln	Larve
Pyrausta nubilalis Hb. (Maiszünsler)	1	innerhalb der Maisstoppeln	Larve
Agrotis tritici L. (Getreideerdeule)	1	oberirdisch an der Wintersaat	Larve
Chlorops frit L. (Fritfliege)	1	am Herzblatt der Wintersaat und Gräser	Larve
Chlorops pumilionis Bjerk. (Weizenhalmfliege)	1		Larve
Tarsonemus spirifex March. (Hafermilbe)	1		Larve und Weibchen
Pediculopsis graminum Reut. (Grashalmmilbe)	1		Larve und Weibchen
Hadena secalis L. (Getreidehalmeule)	1	im untersten Teil der Wintersaat	Larve
Cecidomyia destructor Say (Hessengallmücke)	1 u. 2	im untersten Teil der Wintersaat und im Boden	Larve (= Präpuppe)
Tylenchus dipsaci Kühn (Stengelälchen)	1 u. 2	im Gewebe der untersten Halmteile und 5—15 cm tief im Boden	Ei, Larve u. ausgewachsenes Tier
Heterodera radicicola Greef (Wurzelälchen)	1 u. 2	reife Weibchen in Wurzelgalle, Larve im Boden	Larve und Weibchen
Heterodera schachtii Schmidt (Haferälchen)	1 u. 2	als Ei in Zyste im Boden, als Larve in Wurzeln der Winterung	Ei und Larve
Charaeas graminis L. (Graseule)	2	im Boden der Grasnarbe feuchter Wiesen	Ei
Tipula czizeki de J. (Herbstschnake)	2	dicht unter Oberfläche feuchter Wiesen	Ei
Hylemyia coarctata Fall. (Brachfliege)	2	2—10 cm tief im Boden	Ei
Hadena basilinea F. (Queckeneule)	2	in geringer Bodentiefe	Larve
Contarinia tritici Kirb. (Weizengallmücke)	2	1—2 cm tief im Boden	Larve (= Präpuppe)
Tipula paludosa Meig. (Wiesenschnake)	2	in Gängen etwa 5 cm tief in der durchwurzelten Bodenschicht	Larve
Bibio hortulanus L. u. a. (Gartenhaarmücke)	2	in der durchwurzelten Bodenschicht in geringer Tiefe	Larve
Zabrus tenebrioides Goez (Getreidelaufkäfer)	2	etwa 20 cm tief in Erdröhren	Larve (und Imago)
Elateridae (*Agriotes* u. a.) (Drahtwürmer u. Schnellkäfer)	2	etwa 10—50 cm tief	Larve und Imago
Melolontha, *Phyllopertha* u. a. (Maikäferengerlinge u. a.)	2	50—80 cm tief	Larve und Imago
Dactynotus avenae F. (Grüne Getreidelaus)	3	auf Rose und Brombeere an Hecken und Waldrändern	Ei
Aphis padi L. (Haferlaus)	3	auf Traubenkirsche an Hecken und Waldrändern	Ei
Limothrips cerealium Hal. u. a. (Getreideblasenfüße)	3	in Grasbüscheln und unter Falllaub in Gehölzen, Hecken usw.	Imago
Pentatomidae (*Eurygaster* u. a.) (Getreidewanzen)	3	Streuschicht trockener Waldränder und Hecken	Imago
Lema melanopa L. u. *cyanella* L. (Getreidehähnchen)	3		Imago

Auf den Hackfruchtfeldern liegen die Verhältnisse ganz anders (Tabelle 2). Dort sind die Pflanzenrückstände durch die Ernte vernichtet, Wintersaaten gibt es nicht. Im Boden überwintern vor allem Arten, die zahlreiche Kulturpflanzen schädigen wie Nematoden, Eulenraupen, Drahtwürmer und Engerlinge; außerdem Rübenfliege, Möhrenfliege und Kartoffelkäfer. Doch selbst auf den Hackfruchtfeldern spielt richtiger Fruchtwechsel allein in Anbetracht der Schädlinge eine Rolle. Er ist das beste Mittel gegen Rüben- und Kartoffelälchen, beeinflußt aber auch den Befall durch Bodeninsekten. So zeigen ehemalige Kleeschläge, an deren Stelle nach einigen Jahren Kartoffeln oder Rüben stehen, besonders schweren Befall durch Drahtwürmer und Engerlinge, weil Kleefelder bevorzugte Brutplätze der Maikäfer und bestimmter Schnellkäferarten sind. Viele wichtige Arten der Rübenfelder (Rübenaaskäfer, Schildkäfer, Rübenwanze usw.) finden im Winter jedoch Unterschlupf an Hecken, Waldrändern, lichten Wäldern und Feldrainen, um erst im Frühjahr wieder geeignete Sommerbiotope aufzusuchen.

Tabelle 2

Überwinterungsverhältnisse auf Hackfruchtfeldern

Art	Ökolog. Gruppe	Habitat	Stadium
Heterodera schachtii Schmidt (Kartoffel- und Rübenälchen)	2	in Dauerzysten im Boden verschieden tief	Ei
Agrotis segetum Schiff. und *exclamationis* L. (Erdeulen)	2	bis etwa 50 cm im Boden	Larve
Elateridae (*Agriotes* u. a.). (Drahtwürmer u. Schnellkäfer)	2	10—50 cm tief im Boden	Larve und Imago
Melolontha-Arten (Maikäferengerlinge)	2	50—80 cm tief im Boden	Larve und Imago
Pegomyia hyoscyami Panz. (Rübenfliege)	2	1—5 cm tief im Boden	Puppe
Psila rosae F. (Möhrenfliege)	2 (u. 1)	in Nähe der Möhrenwurzeln (seltener als Larve in den Wurzeln)	Puppe (und Larve)
Leptinotarsa 10-lineata Say (Kartoffelkäfer)	2 u. 3	etwa 50 cm tief im Boden der Felder und Waldränder	Imago
Limax agrestis L. (Ackerschnecke)	2 u. 3	als Ei oberflächlich im Boden, als Jungschnecke auf Feldrainen usw.	Ei und Jungtier
Aphis fabae Sup. (Rübenblattlaus)	3	an Pfaffenhütchen u. Schneeball, in Hecken und Waldrändern	Ei
Myzus persicae Sulz. (Pfirsich-Kartoffellaus)	3	an Knospen von Pfirsich- und Aprikosenbäumen	Ei
Piesma quadrata Fieb. (Rübenwanze)	3	Streuschicht der Hecken und Waldränder	Imago
Silpha opaca L. (Brauner Rübenaaskäfer)	3		Imago
Cassida nebulosa L. und *nobilis* L. (Rübenschildkäfer)	3		Imago
Psylliodes affinis Pk. (Kartoffelerdfloh)	3		Imago
Silpha undata Müll. (Dunkler Rübenaaskäfer)	3	einige Zentimeter tief im Boden der Feldraine	Imago
Trioza viridula Zett. (Möhrenblattfloh)	3	an Bäumen in Gehölzen und Waldrändern	Imago

Tabelle 3

Überwinterungsverhältnisse auf Kruziferenfeldern

Art	Ökolog. Gruppe	Habitat	Stadium
Myzus brassicae L. . . . . (Kohlblattlaus)	1	an Strünken und Blättern von Kohl	Ei
Psylliodes chrysocephala L. . (Rapserdfloh)	1 u. 2	als Larve im Blattstiel von Raps; als Ei 1—2 cm, als Imago 5—8 cm im Boden	Ei, Larve und Imago
Ceutorrhynchus pleurostigma M. . . . . (Kohlgallenrüßler)	1 u. 3	als Larve in Galle am Wurzelhals von *Brassica*; als Imago 5—10 cm tief in der durchwurzelt. Bodendecke trockener Wälder und Waldränder	Larve und Imago
Plutella maculipennis Curt. . (Kohlmotte)	1	an Kohlblättern	Puppe
Dasyneura brassicae Winn. . (Kohlschotenmücke)	2	etwa 2 cm tief im Boden	Larve (= Präpuppe)
Contarinia nasturtii Kief. . (Kohldrehherzmücke)	2	2—6 cm tief im Boden	Larve (= Präpuppe)
Athalia spinarum F. . . . (Rübsenblattwespe)	2	etwa 5 cm tief im Boden	Larve (= Präpuppe)
Elateridae (*Agriotes*, *Athous*) (Drahtwürmer d. Schnellkäfer)	2	etwa 10—50 cm tief	Larve und Imago
Agrotis segetum Schiff. und *exclamationis* L. . . . . (Erdeulen)	2	bis etwa 50 cm im Boden	Larve
Melolontha-Arten . . . . . (Engerlinge der Maikäfer)	2	etwa 50—80 cm tief	Larve und Imago
Mamestra brassicae L und *oleracea* L. . . . . (Kohleulen)	2	einige Zentimeter im Boden	Puppe
Hylemyia brassicae Bche. . (Kohlfliege)	2	in etwa 10 cm Bodentiefe	Puppe
Hylemyia floralis Fall . . . (Rettichfliege)	2		Puppe
Hylemyia radicum L. . . . (Wurzelfliege)	2		Puppe
Phaedon cochleariae F. . . (Meerrettichkäfer)	2	in Verstecken auf dem Feld	Imago
Ceutorrhynchus napi Gyll. . (Großer Kohltriebrüßler)	2	einige Zentimeter im Boden auf dem Feld	Imago
Pieris brassicae L. . . . . (Großer Kohlweißling)	3	an Mauern, Stämmen, Zäunen	Puppe
Lygus pubescens Reut. . . (Wiesenwanze)	3	Streuschicht der Wälder, Waldränder und Hecken	Imago
Eurydema oleraceum L. . . (Kohlwanze)	3	Streuschicht der Hecken und Waldränder	Imago
Meligethes aeneus F. . . . (Rapsglanzkäfer)	3		Imago
Phyllotreta-Arten . . . . . (Kohlerdflöhe)	3		Imago
Ceutorrhynchus quadridens Pz. (Kleiner Kohltriebrüßler)	3		Imago
Ceutorrhynchus assimilis Payk. (Rapsschotenrüßler)	3		Imago

Tabelle 4

Überwinterungsverhältnisse auf Leguminosenfeldern

Art	Ökolog. Gruppe	Habitat	Stadium
Dactynotus pisi Kalt. . . . (Erbsenblattlaus)	1	an Luzerne und Klee	Ei
Phytonomus punctatus F. . (Kleeblattrüßler)	1	als Ei in toten Klee- und Luzernestengeln, als Larve und Imago ohne Winterruhe auf dem Felde fressend	Ei, Larve und Imago
Bruchus pisorum L. . . . (Erbsenkäfer)	1	in Erbsensamen	Imago
Sitona lineata L. u. a. . . (Blattrandrüßler)	1, 2 u. 3	als Larve an Leguminosenwurzeln, als Imago in Klee- und Luzernestoppeln sowie in der Streuschicht der Waldränder und Hecken	Larve und Imago
Elateridae (*Agriotes*, *Athous*, *Corymbites* u. a.) . . . . (Drahtwürmer)	2	etwa 10—50 cm tief im Boden	Larve und Imago
Melolontha-Arten . . . . . (Engerlinge der Maikäfer)	2	etwa 50 cm tief im Boden	Larve und Imago
Grapholita nigricana Steph. (Erbsenwickler)	2	einige Zentimeter im Boden	Larve (= Präpuppe)
Contarinia medicaginis Kieff. (Luzerneblütengallmücke)	2	einige Millimeter tief im Boden	Larve (= Präpuppe)
Hylemyia florilega Zett. . . (Lupinenfliege)	2	einige Zentimeter tief im Boden	Puppe
Otiorrhynchus ligustici L. . (Liebstöckelrüßler)	2	im Boden des Luzernefeldes bis etwa 50 cm tief (zweijährige Entwicklung!)	Larve und Imago
Bruchus rufimanus Boh. . . (Ackerbohnenkäfer)	2 u. 3 (1)	in Schlupfwinkeln auf dem Feld und in Streuschicht der Hecken und Waldränder. (Einige in Bohnensamen)	Imago
Sitona griseus F. und *gressorius* F. . . . . (Lupinenblattrandrüßler)	2 u. 3	auf Lupinenfeld und in Streuschicht der Waldränder	Ei und Imago
Phytonomus variabilis Hrbst. (Luzerneblattnager)	2 u. 3	in Verstecken des Luzernefeldes und in Streuschicht der Waldränder	Imago
Apion-Arten . . . . . (Spitzrüßler)	3	Streuschicht der Hecken und Waldränder	Imago
Aphis fabae Scop. . . . . (Schwarze Bohnenblattlaus)	3	auf Pfaffenhütchen und Schneeball, an Hecken und Waldrändern	Ei

Auf Gemüsefeldern, Öl- und Futterpflanzungen ist zwar die Zahl der an oder in den Kulturgewächsen überwinternden Phytophagen gering, doch bleiben viele Arten an Ort und Stelle im Boden, die im kommenden Frühjahr bei fehlendem Fruchtwechsel sogleich ihre Fraßschädigungen fortsetzen. Diese Tatsache sollen einige Beispiele näher beleuchten. Bei starkem Auftreten der Kohlschotenmücke im Winterraps wird der auf nahe gelegenen Feldern folgende Sommerraps besonders schwer geschädigt. Will man nicht ganz auf die Sommerung verzichten, ist der Anbau von weißem Senf am zweckmäßigsten, weil er von der Gallmücke verschont wird (6). Auf Luzerneschlägen vergrößert sich im Laufe

der Jahre ständig der Prozentsatz der auf dem Feld überwinternden Luzerneblattnager. Hinzu kommt, daß veraltete Schläge den Schadfraß nur schlecht überstehen können. In den Hauptschadgebieten dieses Käfers darf Luzerne daher nicht länger als 4—6 Jahre stehenbleiben (7). Kleegrünland an Stelle ehemaliger Wiesen leidet besonders stark unter Tipulidenlarven. Indessen wandern auch viele wichtige Arten wie Rapsglanzkäfer, Wiesenwanze, Kohlerdflöhe, Verborgenrüßler (*Ceutorrhynchus*) und die verschiedensten an Leguminosen fressenden Rüsselkäfer in spezielle Winterlager ab, so daß im ganzen gesehen die Verhältnisse sehr an die der Rübenfelder erinnern. Die Tabelle 3 und 4 zeigen die Überwinterungsweise der Kruziferen- und Leguminosenschädlinge.

Auf dem Spargelfeld überwintern die Spargelfliege (*Platyparaea poeciloptera* Sch.) als Puppe im untersten Teil der Spargelpflanze, gelegentlich auch im Boden, die Spargelkäfer (*Criocoris 12-punctata* L. und *asparagi* L.) als Imago in Spargelstümpfen oder Verstecken auf dem Felde. Auf dem Zwiebelfeld überwintert die Zwiebelfliege (*Hylemyia antiqua* Meig.) als Puppe einige Zentimeter tief im Boden, auf dem Salatfeld die Salatfliege (*Hylemyia gnava* Meig.) als Puppe, der Salatsamenwickler (*Semasia conterminana* Hs.) als Larve (= Präpuppe) etwa 5 cm tief in der Erde. Die genannten Spargelschädlinge gehören also den Überwinterungsgruppen 1 und 2, die Zwiebel und Salatschädlinge nur der Gruppe 2 an.

In Obstgärten liegen die Überwinterungsverhältnisse der Schadtiere (Tabelle 5) gerade umgekehrt wie auf den Hackfruchtfeldern. Tiere der Gruppe 3 fehlen fast ganz, dafür überdauert der größte Teil der Arten die kalte Jahreszeit in irgendeinem Stadium an den Bäumen und Sträuchern, verhältnismäßig wenige (in erster Linie Steinobst- und Beerenschädlinge) halten sich in deren unmittelbarer Umgebung im Boden auf.

Tabelle 5

Überwinterungsverhältnisse in Obstgärten

Art	Ökolog. Gruppe	Habitat	Stadium
Bryobia praetiosa Koch (Rote Stachelbeermilbe)	1	an Knospenschuppen und in Rindenrissen	Ei
Tetranychus pilosus C. F. (Rote Spinnmilbe)	1	an der Unterseite der Zweige	Ei
Lepidosaphes ulmi L. Kommaschildlaus)	1	an Zweigen und Ästen	Ei
Aphididae (Blattläuse)	1	unter Borke, in Rindenrissen	Ei
Psylla mali Schm. (Apfelblattfloh)	1	an Rinde der Zweige in Knospennähe	Ei
Anthonomus piri Koll. (Birnenknospenstecher)	1	an Laub- und Fruchtknospen	Ei
Argyresthia ephippella F. (Kirschblütenmotte)	1	hinter Rindenschuppen der Zweige	Ei
Hibernia defoliaria Cl. Großer Frostspanner	1	unter Rindenschuppen in Knospennähe und Zweiggabelungen	Ei

(*Noch Tabelle 5*)

Art	Ökolog. Gruppe	Habitat	Stadium
Cheimatobia brumata L. (Kleiner Frostspanner)	1	Rinde und Zweigspitzen	Ei
Malacosoma neustria L. (Ringelspinner)	1	um kleine Zweige	Ei
Lymantria dispar L. (Schwammspinner)	1	an Rinde, besonders in Astwinkeln	Ei
Hyponomeuta-Arten (Obstbaumgespinstmotten)	1	unter Eihüllen und Gespinst an glatter Rinde junger Zweige	Junglarve
Euproctis chrysorrhoea L. (Goldafter)	1	Gespinstkammern zwischen zusammengesponnenen, vertrockneten Blättern (= großes Raupennest)	Junglarve
Aporia crataegi L. (Baumweißling)	1	im Gespinstkokon zwischen zusammengesponnenen Blättern (= kleines Raupennest)	Junglarve
Tmetocera ocellana F., *Olethreutes variegana* Hb. und *pruniana* Hb. (Knospenwickler)	1	im Gespinst in Knospennähe junger Zweige	Larve
Carpocapsa pomonella L. (Apfelwickler)	1 (u. 2)	zwischen Rindenrissen (zuweilen im Boden)	Larve (= Präpuppe)
Eriosoma lanigera Haus. (Blutlaus)	1	an Rindenrissen von Stamm und am Wurzelhals	Larve
Aspidiotus perniciosus Comst. (San-José-Schildlaus)	1	an Rinde der Zweige	Larve
Eulecanium corni Bche. (Napfschildlaus)	1	an Rinde der Zweige	Larve
Argyresthia conjugella Zell (Ebereschenmotte)	1 (u. 2)	unter Rindenschuppen (zuweilen im Boden)	Puppe
Aspidiotus piri Lich. und *ostreaeformis* Curt. (Austernschildläuse)	1	an Zweigen alten Holzes	Weibchen
Psylla pirisuga Foerst. (Birnenblattfloh)	1	Baumrinde	Imago
Eriophyes piri Pgst. (Birnenblattmilbe)	1	hinter Knospenschuppen	Imago
Eriophyes ribis Nal. (Johannisbeergallmilbe)	1	in Knospengallen	Imago
Xyleborus dispar F. (Ungleicher Holzbohrer)	1	in Brutgängen im Holz	Imago
Anthonomus pomorum L. (Apfelblütenstecher)	1 u. 3	in Rissen zwischen Rindenschuppen der Obstbäume und im Winterlager an Waldrändern	Imago
Abraxas grossulariata L. (Stachelbeerspanner)	2	Streuschicht unter Sträuchern	Junglarve
Melolontha-Arten (Engerlinge der Maikäfer)	2	etwa 50—80 cm im Boden	Larve und Imago
Neurotoma flaviventris Retz. (Birnenblattwespe)	2	6—12 cm tief im Boden	Larve (= Präpuppe)
Caliroa limacina Retz. (Kirschenblattwespe)	2	etwa 15 cm tief im Boden	Larve (= Präpuppe)
Hoplocampa-Arten (Pflaumen- u. Apfelsägewesp.)	2	etwa 15 cm tief im Boden	Larve (= Präpuppe)
Pteronus ribesii Scop. (Stachelbeerblattwespe)	2	etwa 15 cm tief im Boden	Larve (= Präpuppe)

(Noch Tabelle 5)

Art	Ökolog. Gruppe	Habitat	Stadium
Grapholita funebrana F. . . (Pflaumenwickler)	2 (u. 1)	etwa 10 cm tief im Boden (zuweilen unt. Rindenschuppen)	Larve (= Präpuppe)
Contarinia pirivora Ril. . . (Birnengallmücke)	2	10—12 cm tief im Boden	Larve (= Präpuppe)
Rhagoletis cerasi L. . . . (Kirschfliege)	2	dicht unter Bodenoberfläche	Puppe
Anthonomus rubi Hbst. . . (Himbeerblütenstecher)	2	oberste Boden- und Streuschicht	Imago
Rhynchites cupreus L. . . . (Pflaumenbohrer)	2	oberste Boden- und Streuschicht	Imago
Byturus tomentosus F. . . (Himbeerkäfer)	2 u. 3	Boden der Gärten und Streuschicht der Wälder	Imago

Bei den in den Tabellen aufgeführten Schadtieren bestehen folgende Beziehungen zwischen Überwinterungsstadium und systematischer Zugehörigkeit:

Spinnmilben und Blattläuse: Überwinterung im Ei (Ausnahme: Blutlaus in Europa als Larve, Pfirsichlaus in Gebieten milden Winterklimas als Imago).

Blatt- und Halmwespen: Überwinterung im Larvalstadium. Halmwespen spinnen sich in den Pflanzen ein, Blattwespen fertigen Erdkokon an (= Präpuppe).

Zweiflügler: Überwinterung zu ungefähr gleichen Teilen im Larven- und Puppenstadium. Ausnahme: Die Kaltbrüter (Herbstschnake und Brachfliege) überwintern als Ei.

Schmetterlinge: Überwinterung im Ei-, Larven- und Puppenstadium. Die meisten Arten überwintern als Larve, die wenigsten als Puppe.

Grasmilben, Gallmilben, Thripse, Wanzen und Käfer: Überwinterung als Imago. Ausnahmen: 1. Arten mit mehrjähriger Entwicklung (*Elateriden, Melolontha, Otiorrhynchus* überwintern in den Zwischenjahren auch als Larve). 2. Kaltbrüter (*Anthonomus piri* als Ei, *Zabrus* als Larve und Imago, *Psylliodes chrysocephala* als Ei, Larve und Imago). 3. Arten, bei denen im atlantischen Klimagebiet neben der normalen sommerbrütigen Serie noch eine winterbrütige parallel läuft (*Phytonomus punctatus* als Ei, Larve und Imago, *Ceutorrhynchus pleurostigma* und *Sitona lineata* als Larve und Imago, *Sitona gressorius* und *griseus* als Ei und Imago).

Fassen wir alle erwähnten Arten zusammen, so ergibt sich eine Überwinterung von etwa $^2/_3$ der Schädlinge als Larve oder Imago und von nur $^1/_3$ als Ei oder Puppe. Diese Tatsache erscheint auf den ersten Blick verwunderlich, weil man annehmen könnte, daß zum mindesten das Larvalstadium am schwersten die kalte Jahreszeit überdauern kann. Es ist jedoch folgendes zu beachten. Den funktionellen Schutz eines

Puppengehäuses haben viele Larven bereits im Herbst durch den Bau eines Kokons oder durch den Schutz der letzten Larvenhülle erreicht, auch wenn die eigentliche Umwandlung zur Puppe erst im Frühjahr stattfindet. Das gilt z. B. für die Wickler, Blattwespen und Gallmücken. Eine andere Gruppe von Larven ist innerhalb der Pflanze weitgehend vor Frost geschützt; trotzdem können in strengen Wintern starke Verluste eintreten, wie es sich besonders deutlich beim Rapserdfloh gezeigt hat. Zu dieser Gruppe gehören in erster Linie Halmfliegen, Halmeulen und Halmwespen. Wieder andere weichen dem Frost nach der Tiefe aus wie Drahtwürmer, Engerlinge und Eulenraupen. Es bleiben daher nur wenige Larven übrig, die der Kälte unmittelbarer ausgesetzt sind. Hierzu gehören die Jungraupen des Stachelbeerspanners, die sich unter der Laubstreu der Büsche verkriechen, ferner im durchwurzelten Boden die Raupen der Queckeneule, der Getreideerdeule, die Larven der Haarmücken und Wiesenschnaken. Diese scheinen in der Tat wenig frostempfindlich zu sein, wie SELLKE (8) jedenfalls für die Tipulidenlarven experimentell zeigen konnte. Die Schadinsekten, welche im Imaginalstadium überwintern, gehören mit wenigen Ausnahmen der ökologischen Gruppe 3 an, sie suchen also besondere Winterquartiere auf. Es handelt sich vor allem um Wanzen und Käfer.

Aus den Tabellen geht weiter hervor, daß die Überwinterung im Boden, gleichgültig in welchem Stadium, innerhalb der obersten 20 cm stattfindet. Eine Ausnahme bilden nur Drahtwürmer, Engerlinge, Eulenraupen, Liebstöckelrüßler und Kartoffelkäfer. Die Tatsache der oberflächlichen Überwinterung im Boden ist für chemische Bekämpfungsmaßnahmen mit Streumitteln unter Umständen von Wichtigkeit.

Meine Ausführungen sollten in erster Linie den Blick von der Einzelpflanze auf den ganzen Biotop richten und damit autökologische Beobachtungen in den Rahmen von Biozönosen (bzw. Teilbiozönosen) stellen. Wir erkennen daneben, welche praktische Bedeutung, vor allem hinsichtlich des Fruchtwechsels, sich aus solchen Gesichtspunkten ergeben kann.

Zusammenfassung

1. Die Überwinterungsverhältnisse der wichtigsten landwirtschaftlichen Schädlinge Mitteleuropas werden untersucht. Nach der Überwinterungsart lassen sich die Tiere in 3 ökologische Gruppen einteilen: Arten, die an oder in der Kulturpflanze überwintern; solche, die die kalte Jahreszeit im Boden des Sommerbiotops überdauern; Arten, die besondere entfernt liegende Winterquartiere aufsuchen.

2. Gruppe 3 ist auf Getreidefeldern, Grasland und in Obstgärten ohne Bedeutung, auf Rüben-, Kruziferen- und Leguminosenfeldern gehören aber gerade dieser Gruppe die wichtigsten Schädlinge an. Bei Gramineenbiotopen ist Gruppe 1 und 2 ungefähr gleich stark vertreten, bei Hackfrucht-, Kruziferen- und Leguminosenfeldern steht Gruppe 2 ziemlich gleichwertig neben Gruppe 3.

3. Die Tatsache der Überwinterung zahlreicher Schädlinge auf den Kulturbiotopen (Gruppe 1 und 2) ist für Fruchtwechsel und chemische Bekämpfung bedeutsam. Verschiedene Beispiele für erhöhten Befall bei ungenügendem Fruchtwechsel werden gegeben.

4. Es werden Beziehungen zwischen Überwinterungsstadium und systematischer Zugehörigkeit der Schadtiere aufgezeigt. Etwa 1/3 aller Arten überwintern als Ei oder Puppe, unter den Larven sind jedoch nur wenige dem Frost unmittelbar ausgesetzt.

5. Mit Ausnahme der Nematoden, Engerlinge, Drahtwürmer, Eulenraupen, Liebstöckelrüßler und Kartoffelkäfer überwintern die Tiere der Gruppe 2 in den obersten 20 cm des Bodens.

Schrifttum

1. REINMUTH, E., Fruchtfolge und Mischkultur als Mittel zur Schädlingsbekämpfung. Anz. Schädlingsk. **18**, 49—53, 1942.
2. TISCHLER, W., Der Einbruch biozönotischen Denkens in die Pflanzenpathologie. Naturwiss. Rundschau (im Druck).
3. GOFFART, H., Untersuchungen am Hafernematoden *Heterodera schachtii* Sch. I und II. Arb. Biol. Reichsanst. **20**, 1—26, 1932; **23**, 141—161, 1941.
4. VOELKEL, H. und KLEMM, M., Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1936. Beilage Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutz **17**, 1—22, 1937.
5. KLEINE, R., Die Getreideblumenfliege *Hylemyia coarctata* Fall. Z. angew. Ent. **2**, 368—389, 1915.
6. SPEYER, W., Beiträge zur Biologie der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.). Mitt. Biol. Reichsanst. **21**, 208—217,, 1921.
7. KAUFMANN, O., Der Luzerneblattnager (*Phytonomus variabilis* Hrbst.). Z. angew. Ent. **26**, 312—358, 387—448, 1939
8. SELLKE, K., Biologische und morphologische Studien an schädlichen Wiesenschnaken (*Tipulidae,* Dipt.). Z. wiss. Zool. **148**, 465—555, 1936.

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Kiel

Biozönotische Untersuchungen bei Hausfliegen

Von

W. Tischler

Die Stadt stellt zwar einen vom Menschen künstlich geschaffenen Biotop dar, doch gibt es auch dort bestimmte konstante Lebensbedingungen, die Gesetzmäßigkeiten im Artenspektrum ihrer Tierwelt zur Folge haben müssen. Nachdem in den letzten Jahrzehnten über die Bedeutung der synanthropen Fliegen als Überträger pathogener Darmbakterien (Martini, 1946), Darmprotozoen (Sieyro, 1942) und Vorratsmilben (André, 1936) größere Klarheit gewonnen werden konnte, ist es nicht unwichtig, sich ein Bild von den in Häusern überhaupt vorkommenden Arten zu verschaffen.

Feststellungen hierüber sind noch kaum vom biozönotischen Gesichtspunkt aus getroffen worden. Gewöhnlich interessierten nur bestimmte Arten, und selbst über diese findet man in der Literatur nicht immer Übereinstimmung, wie die folgenden Beispiele zeigen mögen. *Calliphora vomitoria* und *Haematobia irritans* werden von Martini (1946) noch als Hausfliegen aufgeführt. Die eine ist indessen ein Freilandbewohner, die andere dringt mit dem Vieh nur in Ställe, aber nie in Wohnhäuser ein. *Musca corvina* (= *autumnalis*) und *Hydrotaea dentipes* kommen nach Karl (1928) nicht in die menschlichen Wohnungen. Die erste fing ich jedoch im Herbst inmitten der Stadt, die zweite den ganzen Sommer über häufig in Häusern am Stadtrand. Dahl (1896) bezeichnet *Phora concinna* (gemeint ist *nitidula*) als Sumpflandbewohner. Von mir wurde sie ebenso häufig wie die von ihm als Hausbewohner angeführte *Megaselia rufipes* an Fenstern gefangen. *Drosophila fenestrarum* (= *melanogaster*) endlich ist keine Hausfliege, sondern ein Freilandtier, das nach Duda (1935) in Deutschland vor allem auf feuchten Waldwiesen vorkommt und nur sehr selten in die Häuser gerät. Dieser Beobachtung, die ich bestätigen kann, stehen andere Literaturangaben entgegen.

Eine Aufzählung und Beschreibung verschiedenster Hausfliegen hat bereits Jäger (1874) gegeben. Eine Bestimmungstabelle zur ersten Orientierung der in Häusern vorkommenden Dipteren und ihrer Larven bringt Weidner (1937). Doch enthält sie nur die wichtigsten Arten und hört vielfach schon bei Gattung oder Familie auf. Die wesentlichen Hausfliegen vom Standpunkt ihrer Schädlichkeit für Nahrungs- und Genußmittel wurden von Kemper (1939) behandelt.

Ich habe 4 Jahre Fliegenfänge in Wohnungen der Stadt Kiel durchgeführt [1]). Die Artenfülle besonders an den Fenstern eines Zimmers ist erstaunlich groß, namentlich wenn das Haus am Stadtrand liegt. Meine Ausbeute betrug 181 Arten in rund 4000 Individuen. Beim Fang wurden allerdings die Arten höchster Dominanz gegenüber den übrigen bald bewußt vernachlässigt, denn allein von *Fannia canicularis, Muscina stabulans, Stomoxys calcitrans* oder den *Scatopsiden* hätten natürlich mit Leichtigkeit tausende Individuen in jedem Jahr gesammelt werden können. Aber auch von manchen Arten niedrigerer Dominanz wie *Dilophus febrilis, Chloropisca notata* oder *Musca corvina* konnten an bestimmten Tagen, in denen Schwärme dieser Fliegen in einzelne Wohnungen einfielen, jeweils beträchtliche Zahlen festgestellt werden. Diese Individuenmengen sind ebenfalls nicht in der erwähnten Zahl enthalten.

Um Zufallsergebnisse auszuschalten, wurden die Fänge in den verschiedensten Teilen der Stadt durchgeführt. Man gewinnt durch sie erstens einen Eindruck von dem unterschiedlichen Seßhaftigkeitskoeffizienten der einzelnen Tiergruppen, da die flug- und wanderlustigen Familien mit mehr Arten vertreten sind als die seßhafteren, die sich nur ungern von ihren natürlichen Biotopen entfernen. Zweitens gibt das Artenspektrum Hinweise auf die Zusammensetzung der Nachbarbiozönosen, die sich auf Feldern, Viehweiden, Hecken oder Gärten in der Umgebung der Häuser befinden. Drittens bekommt man eine Vorstellung von dem großen Anteil der Besucher, Nachbarn und Irrgäste im Vergleich zu den wenigen biotopeigenen Dipteren der Häuser.

Schon die Tatsache, daß Fliegen in den Wohnungen gegenüber den anderen Tiergruppen in einer verhältnismäßig großen Artenzahl vertreten sind, ist kein Zufall. Der Seßhaftigkeitskoeffizient etwa der Käfer ist sehr viel größer; bloß gelegentlich verfliegen sich Kurzflügler, Marienkäfer oder Rüsselkäfer in die Häuser. Von den anderen Gruppen dringen in größeren Mengen zuweilen Erzwespen, Schlupfwespen, Faltenwespen, Eintagsfliegen, Florfliegen und Blattläuse ein. Unter den Schlupfwespen im weitesten Sinne befinden sich auch Schmarotzer der Hausfliegen (EICHLER, 1938). Es handelt sich selbst in der künstlich vereinfachten Lebensgemeinschaft einer Stadt nicht nur um ein Nebeneinander von Organismen, sondern um biozönotische Verknüpfungen, in erster Linie Nahrungsketten. Derartige Verknüpfungen berechtigen jedoch noch nicht, von einer echten Biozönose zu sprechen, zu der ein

---

[1]) Die Durchführung der Arbeit wäre mir ohne die liebenswürdige Mithilfe von Herrn Dr. EMEIS (Flensburg) nicht möglich gewesen, der den größten Teil der Ausbeute, vor allem der *Anthomyinen, Tachininen, Sarcophaginen, Acalypteriden,* und *Dolichopodiden* bestimmte. Die Determination der *Psychodiden* übernahm Dr. FEUERBORN (Berlin), der *Syrphiden* Dr. KOEPCKE (Lima-Peru), der *Mycetophiliden* LENGERSDORF (Bonn) und der *Phoriden* Dr. SCHMITZ (Bonn). Ihnen allen an dieser Stelle zu danken, ist mir eine angenehme Pflicht. Die Beibehaltung von Großgattungen, Großfamilien und manchen alten Gattungsnamen geschah von mir in voller Absicht.

biologisches Gleichgewicht des ganzen Artenbestandes gehört. Dieses bildet sich bei anthropogenen Biotopen höchstens in Wiesen, Weiden, Ruderalstellen, Feldrainen, Feldhecken und Forsten aus, nicht aber in menschlichen Siedlungen und Kulturfeldern. Somit sind auch die Hausfliegen nur gemeinschaftliche Bewohner („joint occupants", DEVENTER, 1939) von Gebäuden.

Den größten Anteil der Arten- und Individuenmenge unter den Hausdipteren stellen die *Muscoidea* mit den *Acalypteriden, Musziden* und *Tachiniden*. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Fangergebnisse nach Familien geordnet.

Tabelle 1

Biotopzugehörigkeit der in Wohnhäusern Kiels gefangenen Fliegen
(Die eingeklammerten Arten nur auf dem Lande festgestellt)

Familien	Biotop-eigene	Besucher	Nachbarn und Fremdlinge		Gesamt-artenzahl
			häufig	vereinzelt	
Tipulidae	1	—	1	4	6
Ptychopteridae	—	—	—	1	1
Culicidae	—	3	—	—	3
Chironomidae	—	—	—	1	1
Psychodidae	4	—	—	—	4
Mycetophilidae	1	—	—	7	8
Bibionidae	—	—	2	—	2
Scatopsidae	2	—	—	—	2
Rhyphidae	1	—	—	—	1
Stratiomyidae	—	—	1	1	2
Rhagionidae	—	—	—	1	1
Tabanidae	—	—	—	2	2
Scenopinidae	(1)	—	—	—	1
Therevidae	—	—	—	1	1
Asilidae	—	—	—	1	1
Empididae	—	—	—	5	5
Dolichopodidae	—	—	3	16	19
Syrphidae	(1)	—	—	11	12
Phoridae	4	—	—	8	12
Acalypteridae	6	2	5	9	22
Muscidae	5	2	18	26	51
Tachinidae	6	5	—	13	24
Summe	32	12	30	107	181

Häufigkeit

Die Kenntnis der relativen und absoluten Häufigkeit der Hausfliegen im Jahresdurchschnitt ist von größter Wichtigkeit, weil krankheitsübertragende Arten in erster Linie durch ihre Menge schädlich werden können.

Zu den Dominanten der Großfliegen gehörten inmitten der Stadt nach der Reihenfolge ihrer Häufigkeit geordnet: *Fannia canicularis, Muscina stabulans, Musca domestica, Lucilia sericata, Calliphora erythrocephala* und *Sarcophaga carnaria*. Am Stadtrand kam an zweiter Stelle, gleich hinter der kleinen Stubenfliege, der Wadenstecher *Stomoxys calcitrans*. Die große Stubenfliege (*Musca domestica*) wurde

dort an Zahl zeitweise von *Fannia manicata* übertroffen, deren Larven sich (nach ZUMPT, mdl.) in Sauerkraut und anderen gärenden oder verwesenden pflanzlichen Stoffen entwickeln. Diese Fliege fehlte auch nicht in den großen Müll- und Schutthalden der Stadt. Als Hausfliege ist sie bisher noch nicht erwähnt worden, obgleich sie in meinen Fängen *Fannia scalaris* stets an Zahl übertraf. Schließlich muß am Stadtrand *Phormia coerulea* zu dieser Gruppe gezählt werden, deren Häufigkeit im Jahresdurchschnitt die der Fleischfliegen (*Sarcophaga*) überstieg. In der Literatur wird meistens die verwandte *Ph. regina* erwähnt, die ich niemals antraf. Von den Kleinfliegen dominierten *Drosophila funebris* und *busckei, Psychoda compar, Scatopse fuscipes* und *notata, Megaselia rufipes* und *Phora nitidula* sowie *Sciara fenestralis*. Vor allem fehlten eigentlich nirgends *Drosophila* und *Psychoda*.

Zu den Subdominanten möchte ich *Culex pipiens, Lucilia caesar, Microchrysa polita, Lonchaea chorea* und *Sarcophaga vicina* rechnen. Am Stadtrand kommen noch *Hydrotaea dentipes, Coenosia tricolor* und *Nemopoda cylindrica* dazu.

Als Rezedenten seien *Limosina fontinalis* und spec., *Psychoda alternata* und *phalaenoides, Ryphus fenestralis, Anopheles maculipennis, Scatophaga stercoraria, Myodina vibrans* und *Polietes lardaria* erwähnt, während am Stadtrand noch *Hylemyia fugax, Phaonia incana, Sphaerocera subsultans, Sepsis cynipsea* und einige *Dolichopodiden* vor allem *Hercostomus chrysozygos, Sciapus wiedemanni* und *Dolichopus plumipes*) dieser Gruppe anzuschließen sind.

Die große Masse der in Wohnungen und speziell an den Fenstern gesammelten Fliegen gehört zu den Subrezedenten, die als Einzelart betrachtet jeweils weniger als 0,2 % von der Gesamtindividuenzahl aller eingetragenen Dipteren betrugen.

Schon unter den Dominanten erkennen wir den bedeutend größeren Artenreichtum am Stadtrand gegenüber der Mitte der Stadt. Zu diesem mehr an Arten gehört vor allem *Stomoxys*. Die Verhältnisse erinnern also bereits an diejenigen des offenen Landes (siehe auch FRIEDERICHS, 1939). Der Wadenstecher ist stets mit Vieh vergesellschaftet und entwickelt sich im Mist. Er ist die einzige Stechfliege in Deutschland, die dem Menschen in die Wohnungen folgt und am Stadtrand nicht nur im Herbst, wie oft behauptet, sondern schon vom Frühjahr an sehr häufig und lästig ist. Während von den beiden anderen Stechfliegen Mitteleuropas *Haematobia stimulans* nach den Untersuchungen von HAMMER (1941) das Vieh nur auf der Weide heimsucht, dringt *Haematobia irritans* wenigstens mit diesem in die Ställe. Über Stallfliegen liegen Beobachtungen von WIESMANN (1943) vor. Er fing *Musca domestica, Stomoxys calcitrans, Fannia canicularis* und *scalaris, Muscina stabulans* und *Haematobia irritans* in Ställen, wobei das Hauptkontingent von *Musca domestica* und *Stomoxys calcitrans* gestellt

wurde. Oft überwog sogar die letzte. Die kleineren Fliegen wurden bei diesen Untersuchungen jedoch nicht berücksichtigt, denn in den von mir besuchten Ställen kamen *Anopheles, Culex, Psychoda, Scatopse, Phoriden, Limosina, Sepsis* und andere ebenfalls reichlich vor.

Bei meinen Fangergebnissen fällt auf, daß *Musca domestica* in Wohnhäusern durchaus nicht überall die häufigste Fliege ist. Selbst wenn man berücksichtigt, daß diese Art seltener als die anderen ans Fenster fliegt und deshalb schwerer zu fangen ist, wurde ihre Zahl auf jeden Fall von *Fannia* und *Muscina*, am Stadtrand auch von *Stomoxys* übertroffen. Diese Feststellungen gelten jedenfalls für Kiel mit seiner Seeklimalage.

Jahresaspekt

Betrachtet man das Artenspektrum im Laufe des Jahres, so ergeben sich für die einzelnen Monate folgende Verhältnisse. Zwischen Ende November und Anfang März kamen in den Häusern nur *Psychoda* und *Trichocera* als biotopeigene Arten vor. Zur Überwinterung hatten sich außerdem in Mengen *Culex pipiens* und in einem Fall ein Schwarm von *Chloropisca notata,* in geringen Zahlen auch *Anopheles maculipennis, Culex annulatus, Pollenia rudis, Musca corvina* und *Muscina stabulans* eingefunden. *Chloropisca* drang in eine Villa mitten in der Stadt ein. Solche Winteransammlungen von Halmfliegen wurden in der Literatur schon öfters erwähnt (z. B. Rossypel, 1930; Zander, 1938). Außer dieser Art können danach auch *Chlorops nasuta* Schrk. und *pumilionis* Bjerk. in ähnlicher Weise auftreten. Die Überwinterung einiger Hausfliegen wurde von Wilhelmi (1926) erörtert. Nach diesem Autor kann *Pollenia* in jedem Stadium die kalte Jahreszeit verbringen; *Musca, Fannia* und *Stomoxys* vornehmlich im praeimaginalen Zustand. Nach eigenen Beobachtungen erschienen im Frühjahr als erste Fliegen *Muscina, Calliphora, Rhyphus, Fannia scalaris* und *canicularis.* Die eigentlichen Fliegenmonate sind Mai bis August mit langsamem Abflauen bis November. Die Artenzahl im Mai betrug rund 60, im Juni und Juli über 100, im August etwa 50, im September 35, im Oktober etwa 20. Die hohen Zahlen im Juni und Juli erklären sich durch das Erscheinen der meisten *Dolichopodiden, Empididen, Syrphiden* und vieler *Acalypteriden.* Schon zu Beginn des August trat in feuchten Jahren wie 1946 und 1948 starke Verpilzung durch *Empusa muscae* auf. Dieser Pilz befiel in erster Linie die kleine Stubenfliege.

Ursachen des Vorkommens in den Wohnungen

Für das Vorkommen der einzelnen Arten in den Häusern müssen die verschiedensten Gründe herangezogen werden. Manche Fliegen streben gerne auf große helle Flächen, Mauern und Wände, um sich zu sonnen. Hierzu gehören die *Dolichopodiden, Rhagioniden, Asiliden, Musca corvina* und *Stomoxys.*

Andere wie die *Chloropiden, Culiciden* und *Polleniinen* geraten auf der Suche nach Winterquartieren zuweilen in größerer Zahl in die Häuser.

Viele verfliegen sich als wanderlustige Ubiquisten mehr oder weniger zufällig wie die *Tipuliden, Chironomiden, Mycetophiliden, Bibioniden, Tabaniden, Thereviden, Empididen, Syrphiden, Tachininen,* manche *Anthomyinen* und *Acalypteriden.*

Eine Menge Arten führt der stark ausgeprägte Geruchssinn in die Wohnungen. Schon DAHL (1896) beleuchtete diese Tatsache durch ausgedehnte Freilandexperimente. In verschiedenen Biotopen, darunter auch in Häusern der Stadt, stellte er Fliegenfallen auf, bei denen ein toter Spatz als Köder diente. In Zimmern fingen sich *Calliphora erythrocephala, Fannia canicularis, Drosophila funebris, Megaselia rufipes* und *Limosina exigua.* Entsprechende Köderfänge wurden von mir durchgeführt, wobei Fleisch, Käse und Milch, Marmelade und Obstsaft zur Anlockung dienten. Die Ergebnisse bringt Tabelle 2.

Tabelle 2

Köderfänge an Hausfliegen in Kiel

Arten	Fleisch	Käse bzw. Milch	Marmelade bzw. Saft
Fannia canicularis	×	×	×
Calliphora erythrocephala	×	×	×
Lucilia sericata	×	×	×
Drosophila funebris	×	×	×
Musca domestica		×	×
Lucilia caesar	×	×	
Drosophila buskei	×		×
Muscina stabulans	×		
Phormia coerulea	×		
Piophila vulgaris	×		
Phaonia quercetí	×		
Phaonia magnicornis		×	
Hylemyia fugax			×

Die meisten Hausfliegen sind also ziemlich omnivor. In Aborten stellen sich besonders häufig *Psychoda, Drosophila* und *Fannia* ein. Erstere leben gerne in Dung und Abwässerfiltern (SATCHEL, 1947). Im Pissoir eines Gasthauses unweit der Stadt entwickelten sich die Larven von *Eristalis tenax* in Massen. Auch die im Mist besonders der Kaninchen und Hühner lebende *Leria* (= *Tephrochlamys*) *rufiventris* konnte bisweilen am Fenster gefangen werden. Andere Arten dieser Gattung (z. B. *Leria serrata* L.) sind ebenfalls schon in Häusern festgestellt.

Eine charakteristische Fliegenzusammensetzung zeigen die feuchten Kellerräume, in denen faulende Kartoffeln oder Rüben, Gemüse, Sauerkohl usw. lagern. Diese sich zersetzenden Pflanzenstoffe bilden eine optimale Brutstätte für viele Arten, die damit zu biotopeigenen Hausfliegen werden, welche von dort aus auch in die Wohnstuben ein-

dringen. Hier entwickelten sich die *Trichocerinen, Psychodinen, Rhyphiden, Scatopsiden, Sciarinen, Phoriden. Drosophilinen* und *Borborinen.* Alle diese Arten dürften kaum gesundheitsschädlich sein, da sie sich mit Ausnahme von *Drosophila* nicht auf frische Lebensmittel setzen. Außerdem sind sie durch Sauberhaltung der Kellerräume und Küchen leicht auszuschalten. Neben den in Tabelle 3 aufgeführten Arten der oben erwähnten Familien und Unterfamilien werden in der Literatur einige weitere Vertreter der gleichen Gattungen genannt, z. B. *Trichocera regalationis* L., *Sciara silvatica* Meig., *Sciara vitripennis* Meig., *Scatopse nigra* Meig., sowie *Drosophila fasciata* Meig. und einige *Limosina*-Arten.

Daß die Nachbarschaft der angrenzenden Biotope das Artenspektrum der Hausfliegen beeinflußt, zeigen schon die Unterschiede in den Fangergebnissen zwischen Stadtrand und Stadtinnerem. In Tabelle 3 sind die von mir in den unweit entfernt liegenden Wallhecken gefundenen Arten (Tischler, 1947) und die auf Weiden mit Vieh vergesellschafteten Fliegen (Hammer, 1941) besonders gekennzeichnet. Wir erkennen, daß die Hälfte aller in Häusern gefangenen Fliegen auch in Hecken und Waldrändern vorkamen, über 25 % leben koprophil auf Viehweiden. In diesem Zusammenhang dürften Fänge auf den großen Schutthalden der städtischen Müllabfuhr interessieren, von denen aus manche Art in benachbarte Wohnungen gelangt, viele Fliegen andererseits mit dem Abfall aus den verschiedensten Häusern dorthin verschleppt sind. Eine solche Lebensstätte stellt für synanthrope Dipteren einen idealen Brut- und Nahrungsplatz dar. Als Beispiel möge eine Ausbeute von 30 Netzschlägen am 4. August 1948 dienen. Sie enthielt:

zahlreiche *Limosina* spec.	3 *Hydrotaea occulta*
29 *Lucilia sericata*	3 *Nemopoda cylindrica*
29 *Ophyra leucostoma*	3 *Piophila vulgaris*
17 *Phormia coerulea*	3 *Chlorops frit*
6 *Musca domestica*	2 *Hydrotaea dentipes*
5 *Lucilia caesar*	2 *Hylemyia radicum*
5 *Fannia manicata*	2 *Fannia canicularis*
4 *Hylemyia aestiva*	1 *Fannia polychaeta*
4 *Piophila nigriceps* (= foveolata)	1 *Sphaerocera subsultans*

Mit Ausnahme von *Fannia polychaeta* St. und *Piophila nigriceps* Mg. wurden sämtliche Arten auch in den Häusern festgestellt. Die an den Fenstern gefangenen Pflanzenschädlinge werfen ein Licht auf die Biozönose der Gärten und nahen Felder. Hier sind zu nennen: die Wiesenschnake (*Tipula paludosa*), die Haarmücken (*Bibio hortulanus* und *Dilophus febrilis*), die Möhrenfliege (*Psila rosae*), die Rübenfliege (*Pegomyia hyoscyami*), die Kohlfliege (*Hylemyia brassicae*), die Wurzelfliege (*H. radicum*), die Lupinenfliege (*H. trichodactyla*) und die Fritfliege (*Chlorops frit*). Auch manche Schwebfliegen dürften sich als Blütenbesucher aus den Hausgärten in die Zimmer verirren.

Biozönotische Auswertung

Die Auswertung der Fangergebnisse bringt Tabelle 3.

Tabelle 3

Ökologische Einordnung der Fänge[1])

Arten	Fangdatum	Ökologische Einordnung
1. Nematocera (Mücken)		
Trichocera maculipennis Meig.	II—III	Biotopeigene synanthrope Arten, vor allem in feuchten Kellern, wo sich ihre Larven an faulenden Kartoffeln, Rüben usw. entwickeln
Psychoda alternata Say. †	V—X	
„ *phalaenoides* L. †	I—XII	
„ *compar* Eat †	I—XII	
„ *severini* Tonn †	VII	
Sciara fenestralis Zett.	V—VII	
Scatopse notata L. †	V—IX	
„ *fuscipes* Meig. †	V—IX	
Rhyphus fenestralis Scop. †	II—X	
* *Culex pipiens* L.	I—XII	Besucher zur Nahrungsaufnahme und zum Winterquartier
„ *annulatus* Schr.	I—XII	
Anopheles maculipennis Meig.	I—XII	
* *Tipula fascipennis* Meig.	VI—VII	Als Irrgäste oder Nachbarn von Waldrändern, Wallhecken, Feldern usw.
* „ *lateralis* Meig.	VI—VII	
* „ *paludosa* Meig.	VII	
* *Pachyrrhina quadrifaria* Meig.	VII	
* „ *maculata* Meig.	VII	
Ptychoptera albimana Fabr.	VIII	
* *Chironomidae*	VI—VIII	
Macrocera fasciata Meig.[2])	VII	
Zelmira spec.	V	
Mycetophila (= Dynatosoma) fuscicorne Meig.	V	
„ *bimaculata* Fabr.	VII	
Sciara modesta Staeag.	VII	
„ *longiventris* Zett.	VII	
* „ *thomae* L.	VIII	
* *Dilophus febrilis* L. †	V	
* *Bibio hortulanus* L. †	V	
2. Orthoraphe Brachycera		
Fensterfliegen:		
Scenopinus fenestralis L.	VI	Biotopeigene synanthrope Art ländlicher Wohnungen, als Larve Episit von Hausinsekten
Waffenfliegen:		
* *Microchrysa polita* L. †	V—VIII	Als Nachbarn oder Irrgäste von Hecken, Waldrändern und Viehweiden
* *Sargus cuprarius* L. †	VII	
Schnepfenfliegen:		
* *Rhagio scolopacea* L.	V—VI	
Bremsen:		
* *Hämatopota pluvialis* L.	VI—VII	
Tabanus sudeticus Zell.	VII	
Stilettfliegen:		
* *Thereva nobilitata* F.	VII	

[1]) * = auch auf Hecken gefangen; † = koprophil auf Viehweiden.

[2]) Zusatz während der Korrektur: *synanthrop* in Kellern, Larven fressen Collembolen.

Arten	Fangdatum	Ökologische Einordnung
Raubfliegen:		
Laphria gilva L.	VII	
Tanzfliegen:		
* *Empis livida* L.	VI—VII	
* „ *stercorea* L.	VI	
* „ *spec.*	VI	
* *Hilara spec.*	VI	
* *Tachydromia spec.*	V—VI	
Langbeinfliegen:		
Sciapus wiedemanni Fall.	VI—VII	
Dolichopus acutiformis Wied.	VI—VII	
„ *brevipennis* Meig.	VI—VII	
„ *flavipes* Stann.	VI	
* „ *longicornis* Stann.	VII	
„ *notabilis* Zett.	VI—VIII	
„ *pennatus* Meig.	VI—VII	
* „ *plumipes* Scop.	VI—VII	
„ *popularis* Wied.	VI	
* „ *simplex* Meig.	VI—VII	
* „ *ungulatus* L.	V—VII	
Hercostomus chrysozygos Wied.	VII	
* „ *germanus* Wied.	VI—VII	
* „ *celer* Meig.	V—VII	
„ *brevicornis* Staeg.	VII	
„ *nobilitatus* L.	VII	
* *Argyra argentina* Meig.	VII	
„ *argyria* Meig.	VII	
* „ *diaphana* F.	V—VII	

3. Syrphidae und Phoridae (Schweb- und Buckelfliegen)

Megaselia rufipes Meig.	VI—X	Larven in faulenden organischen Stoffen	Biotopeigene synanthrope Arten
„ *giraudii* Egg.	VII		
„ *pulicaria* Fall.	VII		
Phora nitidula Meig.	V—IX		
* *Eristalis tenax* L. †	VIII	Larven in Aborten, ländl. Wohnungen	
Phora abreviata v. Ros.	VII	Nur vereinzelt als Irrgäste oder Nachbarn von Waldrändern, Gärten, Wiesen	
„ *thoracica* Meig.	VII		
„ *excisa* Beck.	VI—VII		
„ *aterrima* F.	VI—VII		
Megaselia pleuralis Wood	VII		
„ *meconicera* Sp.	VII		
„ *nudiventris* Wood	VII		
„ *ruficornis* Meig.	V		
Chilosia longifolia Beck.	VI		
* *Platychira manicatus* Meig.	VI—VII		
* *Melanostoma ambiguum* Fall.	VI		
* „ *mellinum* L.	VIII		
* *Syrphus balteatus* Deg.	VIII		
„ *bifasciatus* F.	VI		
„ *seleniticus* Meig.	VII		
„ *corollae* F.	VIII		
Eurinomyia lineata F.	VI		
* *Syritta pipiens* L.	VI		
Baccha elongata F.	VI		

Arten	Fangdatum	Ökologische Einordnung
4. Acalypteridae (Kleinfliegen)		
Piophila vulgaris Fall.[1])	VI—VII	Larven an Aas, Exkrementen usw.
Drosophila funebris F.	IV—XI	Entwickeln sich in gärenden und faulenden pflanzlichen Stoffen (Sauerkohl, Kartoffeln) — Biotopeigene synanthrope Arten
„ *busckei* Coqu.	VII—X	
Limosina spec. †	VII—VIII	Entwickeln sich im Mist besond. der Kaninchen- und Hühnerställe — Biotopeigene synanthrope Arten
„ *fontinalis* Fall. †	VII—VIII	
Leria rufiventris Meig. †	IV—VIII	
* *Chloropisca notata* Meig.	XI—III	Besucher aus Gärten für Winterquartier
Madixa glabra Fall.	VII—IX	Besucher als Kommensale anderer Fliegen
Myodina vibrans L. †	V—VII	Mehr oder weniger regelmäßige Nachbarn von Viehweiden, Hecken usw.
* *Lonchaea chorea* F. †	V—VII	
* *Nemopoda cylindrica* F. †	V—IX	
* *Sepsis cynipsea* L. †	VII—IX	
* *Sphaerocera subsultans* L. †	V—VI	
Lonchaea tarsata Fall. †	VI	Nur vereinzelt als Irrgäste oder Nachbarn von Viehweiden, Feldern und Wiesen
Palloptera grangraenosa Pz. †	VI—VII	
* *Tylus corrigiolatus* L †	V—VI	
* *Trepidaria petronella* L. †	VI	
Psila rosae F.	VI	
Neuroctena anilis Fall. †	VII	
* *Opomyza germinationis* L.	VII	
Drosophila histrio Meig.	VII—VIII	
* *Chlorops frit* L.	VIII	
5. Muscidae (echte Fliegen)		
Musca domestica L. †	IV—X	Biotopeigene synanthrope Arten, die sich im Haus oder seiner unmittelbaren Umgebung entwickeln
* *Muscina stabulans* Fall. †	IV—X	
Fannia manicata Meig	V—IX	
* „ *canicularis* L	IV—XI	
„ *scalaris* F. †	IV—X	
* *Musca corvina* F. †	III, VII—X	Besucher von Viehweiden — zum Winterquartier / zur Nahrungsaufnahme
* *Stomoxys calcitrans* L. †	V—X	
* *Scatophaga stercoraria* L. †	V—X	Mehr oder weniger regelmäßige Nachbarn von Viehweiden, Feldern und Gärten
* *Myiospila meditabunda* F. †	V—VII	
* *Polietes lardaria* F. †	V—VI	
Phaonia magnicornis Zett.	VI—VIII	
„ *querceti* Bché. †	VII—IX	
* „ *incana* Wied.	VI	
* *Hydrotaea dentipes* F. †	V—IX	
* „ *irritans* Fall. †	VI—VIII	
* *Ophyra leucostoma* Meig.	VI—VIII	
* *Fannia serena* Stein	VI—VII	
* *Hebecnema umbratica* Meig. †	V—VIII	
* *Pegomyia bicolor* Wied.	V—VII	
„ *hyoscyami* Panz	V—VI	
* *Hylemyia brassicae* Bché.	V—VI	
* „ *fugax* Meig.	V—VII	
* „ *radicum* L.	V—VI	

[1]) Die Maden der verwandten *P. casei* L. (Käsefliege) wurden 1949 auf dem Lande in der Umgebung Kiels in Schinken festgestellt.

Arten	Fangdatum	Ökologische Einordnung
* *Coenosia tricolor* Zett. †	V—VII	Nur vereinzelt als Irrgäste oder Nachbarn von Viehweiden, Feldern und Hecken
* „ *tigrina* F. †	V—IX	
Muscina pabulorum Fall. †	VIII	
* *Morellia hortorum* Fall. †	VI—VIII	
Phaonia variegata Meig.	V—VII	
Alloeostylus simplex Wied. †	VII—VIII	
Hydrotaea armipes Fall. †	VI—VII	
„ *occulta* Meig. †	VII	
Fannia armata L.	VI	
„ *mutica* Zett.	V—VII	
„ *monilis* Hel.	VII	
Acroptena caudata Zett.	VI—VII	
„ *divisa* Meig.	VI	
* *Helina calceata* Rond.	VI	
* „ *depuncta* Fall.	VI	
* „ *duplicata* Meig.	V—VII	
* „ *setiventris* Ringd.	VI	
„ *uliginosa* Fall.	VII	
Pegomyia fulgens Zett.	VI	
Hylemyia nigrimana Meig.	V	
* „ *variata* Fall. †	VI	
„ *cardui* Meig.	VI	
„ *criniventris* Zett.	VI	
* „ *discreta* Meig.	VII	
* „ *pullula* Zett.	VI	
* „ *trichodactyla* Rond.	VII	
* „ *aestiva* Meig. †	VI—VII	
* *Anthomyia pluvialis* L.	VI	
6. Tachinidae (Schmarotzerfliegen)		
* *Lucilia caesar* L.	V—IX	Biotopeigene synanthrope, nekrophile Arten; können sich im Haus oder seiner unmittelbaren Umgebung entwickeln (*Protocalliphora* in Spatzennestern)
* „ *sericata* Meig.	V—IX	
Phormia coerulea Rob. Desv.	V—VIII	
* *Calliphora erythrocephala* Meig.	IV—XI	
Protocalliphora azurea Fall	VII—IX	
* *Sarcophaga haemorrhoidalis* F.	VIII	
* *Sarcophaga carnaria* L.	V—XI	Mehr oder weniger regelmäßige Besucher an Fleisch (nekrophile Arten)
„ *vicina* Vill.	V—VIII	
* *Lucilia silvarum* Meig.	V—VIII	
Cynomyia mortuorum L	V—VI	
* *Pollenia rudis* F.	IV—IX	Besucher für Winterquartier
Onesia pusilla Meig.	V	Als Nachbarn oder Irrgäste von Viehweiden, Gärten und Hecken
* „ *sepulchralis* Meig.	V—IX	
Tachinomyia saltuum Meig	VIII	
* *Bucentes antiqua* Meig.	VI	
* „ *cristata* F.	VII—VIII	
* „ *geniculata* Deg.	VI—VII	
Digonochaeta setipennis Fall.	VII	
Sarcophaga haemorrhoea Meig.	VII	
„ *melanura* Meig.	VI	
„ *pumila* Meig.	VI	
„ *striata* F. †	VIII	
„ *crassimargo* Pand.	VII	
„ *frenata* Pand.	VI	

Aus der Tabelle erkennen wir, daß in der Gesamtzahl der in Häusern vorkommenden Dipteren nur verhältnismäßig wenige synanthrope *Indigenae* (Biotopeigene) und *Hospites* (Besucher) enthalten sind. Einige von diesen gehören zu den Sapro- und Koprophagen, die keine gesundheitsschädliche Rolle spielen, weil die Imagines sich nicht auf die Speisen des Menschen zu setzen pflegen (*Trichocera, Psychoda, Sciara, Scatopse, Rhyphus, Phoriden, Limosina, Leria*). Andere können jedoch eine Bedeutung als Krankheitsüberträger erlangen. Diese Tatsache liegt erstens in ihrer blutsaugenden Nahrungsaufnahme begründet, bei der die Krankheitskeime direkt eingeimpft werden (*Stomoxys, Culex, Anopheles*), zweitens in ihrer sapro-, kopro- oder nekrophilen Lebensweise in Verbindung mit der Omnivorie der Imagines, indem sich diese Arten sowohl auf Abfällen, Dung und Aas wie auf Lebensmitteln niederlassen (*Drosophila, Piophila, Musca, Muscina, Fannia, Calliphora, Lucilia, Phormia, Sarcophaga*).

Eigene Bekämpfungsversuche größeren Maßstabes lagen nicht im Rahmen dieser Arbeit, doch ließen Vorversuche erkennen, daß schon das Besprühen der Lampen und Fenster mit Gix oder Gesarol äußerst wirkungsvoll war, weil auf diese Weise die bevorzugten Aufenthaltsplätze der Fliegen vergiftet wurden. Bekämpfungsversuche mit Gesarol in größerem Ausmaß führte WIESMANN (siehe oben) in Ställen durch. Die Wirksamkeit des Giftes hielt 5—6 Wochen vor. Kürzlich berichteten MAYER und STRENZKE (1948) von der Wirksamkeit der Fliegenbekämpfung mit Gix. Somit dürfte auch in Wohnungen zwei- bis dreimaliges Besprühen der Wände und Fenster im Laufe des Sommers ausreichend sein, um Fliegen im Hause weitgehend auszuschalten.

Schrifttum

ANDRÉ, M., Die Milben der menschlichen Wohnungen. Mitt. ges. Vorratsschutz **12**, 13—15; 42—49, 1936.

DAHL, F., Vergleichende Untersuchungen über die Lebensweise wirbelloser Aasfresser. Sitz.ber. preuß. Akad. Wiss. Berlin **2**, 1—14, 1896.

DEVENTER, W., Studies on the ecology of secondary communities in a deciduous forest area. Ecology **20**, 198—216, 1939.

DUDA, O., *Drosophilidae* in LINDNER, Die Fliegen der paläarktischen Region. Stuttgart 1935.

EICHLER, WD., Die deutschen Arten der Fleischfliegen und einige ihrer Parasiten. Mitt. ges. Vorratsschutz **14**, 11—12, 1938.

FRIEDERICHS, K., Fliegenplage am Stadtrand als Gegenstand eines Rechtsstreites. Anz. Schädlingsk. **15**, 18—19, 1939.

HAMMER, O., Biological and ecological investigations on flies associated with pasturing cattle and their excrement. Vidensk. Medd. Dansk. naturh. Foren. **105**, 141—393, 1941.

JÄGER, G., Deutschlands Thierwelt. Stuttgart 1874.

KARL, O., Zweiflügler (*Muscidae*). In: DAHL, Tierwelt Deutschlands. Jena 1928.

KEMPER, H., Die Nahrungs- und Genußmittelschädlinge und ihre Bekämpfung. Leipzig 1939.

MARTINI, E., Lehrbuch der medizinischen Entomologie. 3. Aufl. Jena 1946.

Mayer, K. und Strenzke, K., Versuche mit Gix zur Bekämpfung von Fliegen und Mücken. Anz. f. Schädlingskunde **21**, 74—76, 1948.

Rossypel, J., Ein Beitrag zu der Vergesellschaftung und Überwinterungsmöglichkeit der Imagines bei den Chloropidaeen. Zeitschr. wiss. Insektenbiol. **25**, 1—13, 1930.

Satchell, G. H., The ecology of the british species of Psychoda. Ann. appl. biol. **34**, 611—621, 1947.

Sieyro, L., Die Hausfliege (*Musca domestica*) als Überträger von *Entamoeba histolytica* und anderen Darmprotozoen. Deutsche tropenmed. Zeitschr. **46**, 361 bis 372, 1942.

Tischler, W., Biozönotische Untersuchungen an Wallhecken. Zool. Jahrb. (Syst) **47**, 283—400, 1948.

Weidner, H., Bestimmungstabellen der Vorratsschädlinge. Jena 1937.

Wiesmann, R., Eine neue Methode der Bekämpfung der Fliegenplagen in Ställen. Anz. für Schädlingskunde **19**, 5—8, 1943.

Wilhelmi, J., Zur Überwinterung von Musciden. Zeitschr. für angew. Entom. **6**, 296—301, 1920.

Zander, E., Über Chloropiden-Schwärme in Erlangen. Anzeiger für Schädlingskunde **14**, 21—23, 1938.

Aus dem Institut für Forstentomologie und Forstschutz der Hochschule für Bodenkultur in Wien

Bodentieruntersuchungen in den Flugsandgebieten des Marchfeldes

(Untersuchungen über die Bevölkerungsdichte von Bodentieren in Düne und verschiedenen alten Beständen der ersten Waldgeneration)[1]

Von

Else Jahn

Mit 10 Abbildungen und 8 Tabellen

I. Einleitender Teil

Der Zweck dieser Untersuchungen war festzustellen, welchen Einfluß der Waldbestand im Vergleiche zu nicht vom Wald bestandenen Flächen auf die Bodentierwelt ausübt. Die geeigneten und gegebenen Verhältnisse für solche vergleichsweisen Untersuchungen lagen im Flugsandgebiete des Marchfeldes, der nordöstlich Wiens zwischen Bisamberg, Donau, March und Weinviertler Hügelland gelegenen Ebene vor. Das Flugsandgebiet nimmt innerhalb des Marchfeldes eine Fläche von ungefähr 45 qkm ein und erstreckt sich von Pillichsdorf im Westen bis unterhalb Marchegg im Osten. Die Böden weisen einen hohen Feinsandprozentsatz auf, sind sehr kolloidarm und fast ohne Lebendverbauung[2]), was in diesen windreichen und trockenen Gebieten zur Bildung von Flugsanden und zu Binnenflugsand-Dünenbildung führen mußte. Diese Flugsandgebiete des Marchfeldes hatten ursprünglich nie Wald getragen. Es wurden jedoch zahlreiche Flugsandaufforstungen durchgeführt, die bereits vor 100 Jahren einsetzten und fortgeführt wurden. Daher liegen neben offenen Dünen, Bestände verschiedenen Alters vor. In allen Fällen handelt es sich um die erste Waldgeneration auf ehemaligen Flugsandböden. Bei vergleichsweisen Untersuchungen der Bodentierwelt offener Flugsanddünen und Beständen verschiedenen Alters, kann somit einwandfrei der Einfluß des Waldes auf die Bodentierwelt und deren Bevölkerungsdichte ermittelt werden.

---

[1]) Die Arbeit wurde bereits 1944 abgeschlossen, zum Druck eingegeben, konnte jedoch erst jetzt erscheinen. (Es wurden seit 1944 lediglich aus dem Gebiete des Bodentierlebens neu erschienenen Arbeiten miteinbezogen.)

[2]) Unter Lebendverbauung versteht man den Verbau der anorganischen und organischen Skeletteilchen des Bodens durch Pilzhyphen und Bakterien.

Die ersten größeren Versuche die feinen beweglichen Sande im Marchfeld durch Aufforstung zu binden, fanden zu Zeiten Maria Theresias statt. Damals wurde Graf Rudolf Abensperg und Traun zu einer Art Regierungskommissär für die ganze Marchfeldaufforstung ernannt. Die für die damalige Zeit großzügigen Aufforstungen endeten jedoch mit Mißerfolgen, da für die trockenen Böden unzulängliche Holzarten wie Pappeln und Weiden, die noch dazu aus Aurevieren stammen, als Setzlinge verwendet wurden.

Die einmal begonnenen Aufforstungen wurden auch in der Folgezeit fortgesetzt, wobei nach den gesammelten Erfahrungen dem Standort entsprechende Holzarten verwendet wurden.

Ernstlich wurden die Aufforstungen dieses Gebietes seit dem Jahre 1880 in Angriff genommen, als das Marchfeld-Aufforstungskomitee begründet wurde und verschiedene Gemeinden (Markgrafneusiedl, Obersiebenbrunn, Wolkersdorf) von sich aus mit den Aufforstungen begannen. So wurden von 1880—1893 in 22 Gemeinden über 550 Joch aufgeforstet. Während des Weltkrieges ruhten die Aufforstungen mehr oder weniger und erst in den Jahren 1924—1928 wurden weitere 151,6 ha in den Gemeinden Gänserndorf und Obersiebenbrunn in Bestand gebracht.

Es liegen daher, wie eingangs schon ausgeführt, im Flugsandgebiet des Marchfeldes neben offenen Dünen Aufforstungen verschiedenen Alters vor und es war nun von Interesse, die in den Böden enthaltene Lebewelt in den verschieden alten Beständen gegenüber der Düne zu untersuchen und damit den Einfluß des Waldes auf die Bevölkerungsdichte der Bodentiere festzustellen.

a) Der Boden

Über die Bodenverhältnisse des Flugsandgebietes im Marchfeld und die Veränderungen der Waldböden gegenüber der Düne geben vor allem die Arbeiten von Schreckenthal (1928) und weiteres die von Hartmann (1942) Aufschluß.

Schreckenthal stellt fest, daß im Flugsandgebiet des Marchfeldes infolge der geringen Niederschlagsmengen und der Durchlässigkeit der Sand- und Schotterschichten der Böden das Wasser der im Minimum vorhandene Faktor sei. Die Verteilung der Niederschläge jedoch (Hauptniederschläge in den Monaten Juni und Juli bei geringer Winterfeuchtigkeit) ermöglicht die Existenz des Waldes. Die Bodenverhältnisse sind jedoch wechselnd, was durch den verschieden hohen Verlauf der Schotterbänke und deren verschiedene Zusammensetzung und den dadurch bedingten Änderungen der Wasserführung erklärlich ist. Vergleichende Untersuchungen über den Einfluß des Waldes auf die Böden können daher nur an Standorten mit gleichem physikalischem Bodenbau durchgeführt werden.

Die Verteilung der Nährstoffe ist hingegen gleichmäßig. Mineralstoffe finden sich überall in genügender und gleichmäßiger Verteilung,

ferner ist in den Böden stets eine überschüssige Kalkmenge, die allerdings stark wechselt, vorhanden. In den Waldböden konnte SCHRECKENTHAL gegenüber der Düne eine Anreicherung von Humusstoffen und damit ein Zunehmen des Stickstoffgehaltes feststellen. Der erhöhte Humus-, wie auch der etwas höhere Feinerdegehalt wirken sich ferner durch Erhöhung der Wasserkapazität in den Waldböden günstig aus.

Besonders wichtig ist die Feststellung SCHRECKENTHALS, daß überall eine im Überschuß vorhandene Kalkmenge festzustellen ist; dadurch kann es nach HARTMANN in den Schwarzkiefernbeständen, aus denen die Aufforstungen zum großen Teil bestehen, niemals zur Bildung von Rohhumus kommen. Der Kalküberschuß verhindert die Bildung freier Humussäuren, die auf die mineralischen Kolloidkomplexe des Bodens einwirken und damit zu einer Bodenauslaugung führen könnten. Es kommt hier infolge des Kalküberschusses bei semiaridem bis semihumidem Klimaeinschlag zur Bildung einer milden, nicht sauren Humusauflage, die die Wasserkapazität des Bodens erhöht, den Boden vor Austrocknung schützt und seine Lebendverbauung fördert.

Untersuchungen HARTMANNS bezüglich der aktuellen Azidität, des Humusgehaltes, der Wasserkapazität und des mikromorphologischen Aufbaues in einem Sandacker und den Böden verschiedener Waldbestände, darunter auch eines zwölfjährigen Schwarzkiefernbestandes, ergaben in allen Fällen ein Ansteigen des Humusgehaltes und der Wasserkapazität der Waldböden gegenüber dem Sandacker. Die mikromorphologische Untersuchung des Sandackers zeigte ein lockeres Gefüge von Mikroskeletteilchen, bestehend vorwiegend aus Quarz, mit Beimischung von Kalk und Dolomit und geringen Mengen von Glimmer und sonstigen silikatischen Mineralteilchen, die von Kolloidhäutchen überzogen waren. Dadurch besteht an den Berührungsstellen der Mineralteilchen eine lose Verbindung; die Zwischenräume sind jedoch unausgefüllt, Humus und Pilzhyphen nur in sehr geringen Mengen vorhanden. Von den von HARTMANN untersuchten Beständen zeigten die Böden der Schwarzkiefern- und Eichenbestände neben gröberen feinere in auffallenden Mengen vorhandene Skeletteilchen, mit dazwischengelagerter reichlicher Humussubstanz, die aus gröberen und feineren Teilchen besteht. Die verschiedenen Skeletteilchen wurden durch Pilzhyphen zusammengehalten. In dem Boden eines gleichfalls untersuchten Robinienbestandes trat die Einlagerung von Humusteilchen gegenüber dem Humusvorkommen im Schwarzkiefern- und Eichenboden weit zurück. HARTMANN hat nachgewiesen, daß in den Böden des Schwarzkiefern- und des Eichenbestandes die anorganischen und organischen Skeletteilchen, von den Humuskomplexen ausgehend, durch zahlreiche Pilzhyphen miteinander verbunden sind. „Hier tritt also, im Gegensatz zum benachbarten Ackerboden, bereits ein ansehnlicher Lebendverbau im Mikrogefüge des Bodens auf. Der Kiefern-

waldboden ist dadurch vor der Erosion bereits in weitgehendem Maße geschützt."

Er weist gegenüber dem reinen Sandacker einen reichlicheren Humusgehalt auf, der für die bodenverbauenden Pilze erst Lebensmöglichkeit schafft, aber auch die verschiedensten anderen Lebewesen beherbergt, die durch ihre abbauende Tätigkeit wiederum dazu beitragen, Humusstoffe im Boden anzureichern und aus dem ursprünglichen Sandacker einen fruchtbaren, beständigen Waldboden zu schaffen.

Die bodenkundlichen Untersuchungen ergeben somit, daß in den von Kiefern und Eichen bestockten Böden der Anteil der toten und der lebenden organischen Substanz größer ist, als in den anschließenden waldfreien Böden. Somit sind in den Waldböden, angesichts der größeren Menge organischer Substanz bessere Lebensbedingungen vorhanden (vgl. SCHIMITSCHEK).

b) Literatur

Arbeiten über das tierische Leben im Boden liegen von den verschiedensten Forschern vor. Eine ganze Reihe von Arbeiten über die Fauna der Waldböden befassen sich jedoch mit dem Leben in der Auflageschicht des Bodens, der Streu. Die ersten Untersuchungen der Streufauna wurden vom Münchener Institut aus unternommen von PILLAI und von V. PFETTEN: Ersterer stellte Untersuchungen über die Fauna der Kiefernwaldstreu im jahreszeitlichen Verlauf an, letzterer in gleicher Weise über die Fichtenwaldstreu. Ähnliche Untersuchungen über die Fichtenwaldstreu hat später auch SOUDEK unternommen. ULRICH stellte die tierische Lebewelt in der Streu verschiedener Waldböden (Fichte, Buche-Eiche) im Ablauf eines Jahres fest. Ebenso behandeln BORNEBUSCH, VON BUTOWITSCH und LEHNER das Leben in der Streu. Die tierische Lebewelt der Waldmoosschichten, der Flechtenzonen und teilweise auch von Waldböden untersuchte TRÄGÅRDH in Schweden. TRÄGÅRDH gibt in diesen Arbeiten bereits wertvolle Hinweise über das Leben der Milben, besonders die Art ihrer Nahrung, über deren verschiedene Empfindlichkeit gegenüber den Umweltfaktoren, die bei manchen Arten zu einer vertikalen Abstufung innerhalb der Bodenschichten führt. Untersuchungen über die Mikroschichtung der Fauna von Waldböden, wobei auch die quantitative Verteilung der einzelnen Arten und der Einfluß der Umweltverhältnisse darauf berücksichtigt wurde, liegen von VOSZ vor. In letzter Zeit haben GISIN und STRENZKE verschiedene Böden (Gebirgsböden, Tieflandböden, feuchte Böden) bezüglich kleinerer systematischer Gruppen von Bodentieren auf tierische Lebensgemeinschaften hin untersucht und auch für die vertikalen Schichten dieser Böden eine Charakterisierung ihrer tierischen Lebensgemeinschaft gegeben.

Auf genauen mengenmäßigen Gehalt an Tieren und deren Abhängigkeit von den Umweltverhältnissen insbesondere von den Eigenschaften der Böden wurden Waldböden von SCHIMITSCHEK untersucht.

Dabei konnte festgestellt werden, daß die Wohndichte unabhängig vom mineralischen Aufbau des Bodens ist, wohl aber in hohem Maße abhängig von seinen physikalischen Eigenschaften und dem Gehalt der Böden an organischer Substanz. Auf landwirtschaftlichem Gebiete finden sich verschiedene Arbeiten, die das genaue mengenmäßige Vorkommen von Tieren in Wiesen- und Ackerböden mit Beziehung auf die Umwelt zum Gegenstand der Untersuchung haben (FRENZEL, FRANZ). Alle Untersuchungen, die sich unter anderem mit dem mengenmäßigen Vorkommen von Bodentieren befassen, ergaben (abgesehen von den feinsten Tierformen wie Einzellern und Rotatorien), das Vorherrschen der Collembolen und vor allem der Milben vor den übrigen Tieren in den Böden und der Streu. Bei bestimmten Auslesemethoden fanden sich an manchen Standorten auch ungeheure Mengen von Nematoden vor. Bei allen Untersuchungen, die sich auf die Schwankungen der Bevölkerungsdichte der Bodentiere im Verlauf eines Jahres beziehen, konnte eine auffallende Abhängigkeit der monatlich erhaltenen Tierzahl von den Klimadaten, vor allem den Feuchtigkeitsverhältnissen festgestellt werden.

Sehr wertvoll sind Arbeiten, die die Bedeutung der Bodentiere für die Bodenbildung untersuchen, so unter anderem die Arbeiten von FOURMAN und FRANZ. FOURMAN beobachtete in Freilandversuchen, die er über den allmählichen Abbau von Stubben anstellte, den direkten Angriff von Bodentieren (Nematoden, Enchytraeiden, Collembolen, Milben) auf die Holzsubstanz und deren darauf folgenden Abbau. FRANZ kommt auf Grund eingehender Untersuchungen über „die Bedeutung der Bodentiere für die Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit" zu dem Ergebnisse: „daß humose Exkremente aus Bestandesabfall unmittelbar von den Tieren ohne vorherige Zersetzung durch Bakterien gebildet werden und daß auch an der Zersetzung von Zellulose tierische Organismen neben den Bakterien maßgebenden Anteil haben". Verschiedene Bodentierarten sind also nach den vorliegenden Untersuchungen imstande, nicht nur mittelbar durch Vergrößerung der Oberfläche des Holzes für holzzerstörende Pilze durch Beschleunigung des Stickstoffkreislaufes, durch Freimachung des in den Pilzhyphen gebundenen Stickstoffes (FORSSLUND) durch Zersetzung ihrer abgestorbenen Körper zur Humuswerdung beizutragen, sondern vermögen unmittelbar selbst Humus zu bilden. Wie mikroskopische Bodenuntersuchungen der letzten Jahre (KUBIENA, GISIN) ergaben, besteht der echte Humus fruchtbarer Erde sogar zum größten Teil aus Ausscheidungen (Losungen) bodenbewohnender Kleintiere, tierischen Exkrementen, die durch weitere Umwandlungen chemischer und bakterieller Natur den höheren Pflanzen zugänglich gemacht werden.

c) Problemstellung

Mir war, wie schon eingangs erwähnt, in dieser Arbeit die Aufgabe gestellt, reine Flugsanddüne und Bestände verschiedenen Alters,

die auf reinen Flugsandböden begründet worden waren, vergleichsweise zu untersuchen. Da bodenkundliche Arbeiten bereits die Bodenverhältnisse in den aufgeforsteten Teilen des Flugsandgebietes aus dem reinen Sandacker aufgezeigt hatten, so war wohl auch anzunehmen, daß Böden der Waldbestände mit ihrem reichlicheren Humusgehalt, der erhöhten Fähigkeit Wasser zu halten und dem vergrößerten Hohlraumvolumen einer reicheren Tierwelt Lebensmöglichkeit bieten müssen, als der nicht bestockte, an organischer Substanz arme, durchlässigere Flugsandboden. Untersuchungen darüber lagen bisher noch nicht vor. Weiter war interessant festzustellen, ob mit zunehmendem Alter der Bestände und dem Anwachsen der Auflageschicht d. h. der Streu, auch die Zahl der Bodentiere anwuchs und ob sich zahlen- und artenmäßige Unterschiede der Bodenfauna in reinen Nadelholzbeständen gegenüber jener in Nadelholz-Laubholz-Mischbeständen vorfänden. Auch galten die Untersuchungen dem Verhalten der Bodentiere im jahreszeitlichen Verlauf in der Düne und Waldbeständen verschiedenen Alters und verschiedener Zusammensetzung. Endlich sollte diese Arbeit auch der zahlen- und artenmäßigen Feststellung der durch die angewandte Methodik erfaßbaren Fauna des Flugsandgebietes im Marchfelde dienen.

d) Der Standort

In dem zwischen den Ortschaften Gänserndorf und Obersiebenbrunn gelegenen Teil des Flugsandgebietes wurden zu diesem Zwecke vier Standorte festgelegt, die der Entnahme der Proben dienen sollten.

Standort 1 befand sich auf einer reinen, teilweisen noch in Bewegung befindlichen Düne;

Standort 2 in einem 14jährigen Schwarzkiefernbestand;

Standort 3 in einem 46jährigen Schwarzkiefern-Eichen-Mischbestand;

Standort 4 in einem 92jährigen Schwarzkiefernbestand.

Die Düne selbst war stellenweise frei von jeder Vegetation, stellenweise zeigte sie geringen Pflanzenwuchs von Euphorbiaceen (*Euphorbia cyparissias*) und Compositen (*Centaurea, Scabiosa*). Als Entnahmestellen wurden jedoch stets freiliegende Dünenböden ohne Pflanzendecke gewählt. Ebenso wurden als Probestellen in den Waldbeständen stets Orte gewählt, die keinerlei Bodenpflanzen zeigten, wo also nur die reine Streudecke als Auflageschicht in Betracht kam.

Der 14jährige Schwarzkiefernbestand war ein ganz dichter, vollkommen in sich geschlossener Jungwald, der 46jährige Schwarzkiefern-Eichen-Mischbestand und der 92jährige Schwarzkiefernbestand wiesen einen Kronenschluß von 0,8—0,9 auf. Das Verhältnis Schwarzkiefer zu Eiche im Mischbestand war in der Umgebung der Probestelle ungefähr 1 : 1, sonst 0,85 : 0,15.

Bezüglich der Höhe der Streuschicht, der Menge der organischen Substanz und den bodenphysikalischen Bedingungen der vier Standorte wurden folgende Feststellungen gemacht:

Tabelle A

Bodenstelle	Standort	Boden	Menge der org. Substanz im Boden	Hohlraumvolumen	Luftkapazität	Wasserkapazität	Wasserkapazität in Gewichtsprozenten	Volumengewicht
				in Volumsprozenten				
I	Düne	Flugsand	2,96	42,5	11,6	30,9	19,074	1,62
II	14 jähr. Schw.Kie.-Bestand	$^1/_2$-1 cm Streu	3,56	51,75	13,25	38,5	25,517	1,51
III	46 jähr. Schw.Kie.-Eich.-Best.	4 cm Streu	4,66	54,0	19,80	34,2	27,227	1,26
IV	92 jähr. Schw.Kie.-Bestand	5 cm Streu	6,77	66,3	33,6	32,7	27,945	1,17

e) Methodik

Die Untersuchungen erstreckten sich über den Verlauf eines Jahres, und zwar erfolgten die ersten Probeentnahmen im Mai 1942, die letzten im April 1943. Die Entnahmen wurden einmal im Monat an allen vier Standorten gleichzeitig und jedesmal zur selben Tageszeit vorgenommen, nur im Monat August zweimal. Jedesmal wurden jedem der einzelnen Standorte je 1 dm^3 Boden, den Standorten der Waldbestände noch je 1 dm^3 Streu entnommen. Zur Gewinnung der Probemengen aus den Böden selbst wurden Stahlzylinder von 10 cm Höhe verwendet, die ein Fassungsvermögen von je 1 dm^3 besaßen. Die Stahlzylinder waren durch Deckel verschließbar und so konnte der entnommene Boden völlig ungestört zu den Ausleseapparaten gebracht werden.

Zur Entnahme der Streuproben ist zu erwähnen, daß im 92jährigen Kiefernbestand mit der dichten Streuauflageschicht für 1 dm^3 Fassungsraum, Streu einer viel kleineren Bodenfläche entnommen wurde als im 14jährigen Kiefernbestand, wo die Streu nur in dünner Schicht den Boden bedeckte. Bei der Probeentnahme im Monat März wurde außer dem 1 dm^3 Streu in jedem Bestand noch genau die Streumenge entnommen, die gerade die Aufsatzfläche des Entnahmezylinders bedeckte, um auch über den Bodentiergehalt dieser ungleichen Streumenge auf gleicher Flächengröße in den drei Beständen Vergleiche zu erhalten. So war es möglich festzustellen, welche Tiermenge in jener Streumenge enthalten ist, die dem Boden der entnommenen Bodenmenge (auf einer Fläche von 98,47 cm^2) aufliegt.

Das Auslesen der Proben erfolgte am Institut für Forstentomologie und Forstschutz zu Wien mittels Apparaten, die SCHIMITSCHEK 1937 konstruierte und die eine Verbesserung der Methode Tullgreen darstellen. Die Metallwände des Tullgreenschen Apparates sind hier

durch Holzwände ersetzt, die eine gleichmäßige Erwärmung und Durchlüftung der Proben gewährleisten. Außerdem befindet sich die Lampe in einem Abstand von 70 cm über den Proben, so daß es bei Verwendung schwächerer Glühbirnen (es wurden 25-Watt-Birnen verwendet) nie zu einer übermäßigen Erwärmung der Proben und dadurch nie zu einem stärkerem Absterben feinhäutiger Tiere kommen kann. Diese Apparate nach SCHIMITSCHEK sind denkbar einfach und können jederorts zur Auslese von Bodentieren leicht hergestellt werden.

Sie bestehen aus einem zweiteiligen Holzkasten (Abb. 1), dessen Boden zwei kreisrunde Löcher besitzt, in welche die Trichter, die die feinmaschigen Siebe mit den Bodenproben tragen, hineingestellt werden. Der obere Teil des Kastens ist abhebbar und besitzt eine solche Höhe, daß der Abstand der durch ein kreisrundes Loch im Deckel in den Kasten ragenden Lampe von den Proben 70 cm beträgt. Unterhalb des Trichterfußes befinden sich Eprouvetten, in welchen die Tiere, die dem Licht und dem austrocknenden Boden entfliehen, aufgefangen und gesammelt werden.

Zu erwähnen ist noch, daß, um seitliche Einwirkung von Licht und Wärme auf die Tiere zu verhindern, die Trichter mit schwarzem Papier abgedunkelt und außerdem der Kasten bis zum Rande der Trichter mit Sägespänen ausgefüllt wurde.

Das Auslesen der Bodentiere erfolgte getrennt nach Oberboden (0 bis 7 cm) und Unterboden (7—10 cm). Sämtliche Proben wurden durch 8 Tage der Einwirkung von Licht und Austrocknung ausgesetzt. Erst nach Ablauf dieses Zeitraumes wurden keine neuen abgewanderten Tiere mehr aufgefangen.

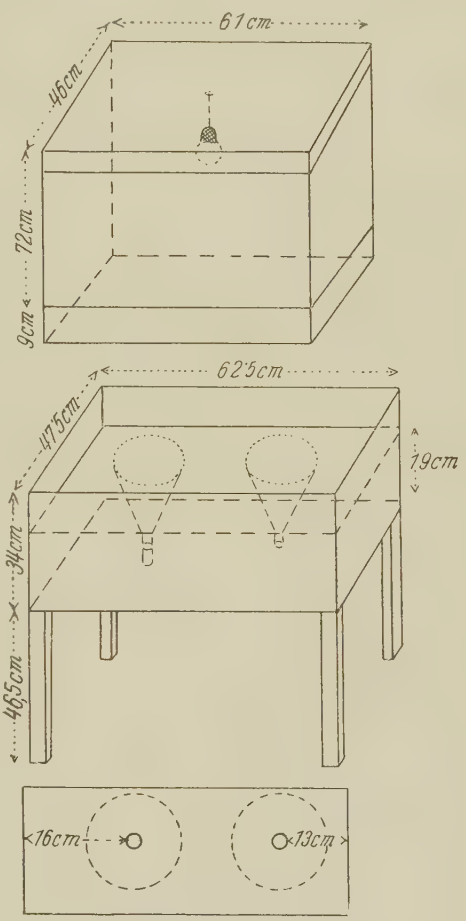


Abb. 1

Die Auslese der Streuproben, die ja Licht und Austrocknung leichter zugänglich sind, erfolgte in einfacherer Weise. Die Trichter samt den Sieben mit den Streuproben wurden in den Hals großer Zuchtgläser gehängt und darunter Gläschen mit 70prozent. Alkohol gegeben. Diese Proben wurden gleichfalls von oben her mit einer 25-Watt-Glühbirne beleuchtet und die Auslese erst nach 8 Tagen abgeschlossen.

Es mag noch die Frage erörtert werden, ob die Auslese der Tiere aus dem Boden wirklich ganz vollständig war, besteht doch auch innerhalb der einzelnen Tiergruppen eine verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen Lichteinwirkung und Austrocknung.

Nach FRANZ sind Nematoden gegen Austrocknung so empfindlich, daß sie während des Abwanderns aus dem austrocknenden Boden bereits absterben. Man kann sie zahlenmäßig nur durch Aufschwemmen kleiner Erdproben und Auszählen der darin enthaltenen Exemplare mit Auflicht unter dem Binokolar erhalten. Ich fand in meinen Proben nur wenige Nematoden vor, wohl aber namentlich in einigen Proben des Schwarzkiefern-Eichen-Mischbestandes zahlreichere Enchytraeiden. VON PFETTEN und PILLAI erhielten auch durch das Ausleseverfahren mit dem Tullgreenapparat ungeheure Mengen von Nematoden.

Bei der Untersuchung verschiedener Aufschwemmungsproben von 1 g Gewicht aus der Düne und den Beständen, wurden wohl einige Collembolen und Milben, jedoch keinerlei Nematoden festgestellt, so daß die Düne und die Bestände der Flugsandböden nur eine geringe Nematodenzahl enthalten.

Versuche TRÄGÅRDHS über Ausleseverfahren von Bodentieren brachten das Ergebnis, daß die Tullgreensche Methode zum Auslesen von Proben aus dunklen, feuchten Biotopen ungeeignet sei, besonders wenn es sich um zahlreiche kleine dünnhäutige Milben handelt, hingegen bei sehr trockenen Biotopen bei Anwendung einer 25-Watt-Lampe zu guten Erfolgen führe. Da es sich im Marchfeld um trockenere Böden handelt und außerdem durch den herabgemilderten Licht- und Wärmeeinfluß des hier angewandten Verfahrens auch den meisten feinhäutigen Tieren das Abwandern noch ermöglicht wird (es fanden sich in allen Proben äußerst zarte, feinhäutige Jungstadien und Adulti namentlich von Milben zahlreich vor), so dürfte doch der größte Teil der in den Proben vorhandenen Tiere (selbstverständlich ausgenommen die Einzeller und ganz zarte Metazoa wie Rotatorien usw.) ausgelesen worden sein. Immerhin muß aber mit einem bestimmten kleinen Verlust von Tieren während des Ausleseverfahrens gerechnet werden. Ferner dürften auch manche der vorgefundenen zarten Jugendformen erst während des Ausleseverfahrens unter dem Einfluß von Wärme geschlüpft sein (sie fanden sich also in den Böden selbst noch im Eistadium vor), denn auch im Jänner wurden aus den festgefrorenen Böden im Ausleseverfahren die feinen Stadien erhalten. Da es sich aber bei dieser Arbeit in erster Linie um einen Vergleich des Faunengehaltes verschiedener Standorte handelt und die Tiere aller Proben unter den gleichen Bedingungen ausgelesen wurden, also ein eventueller Verlust an Tieren in den Proben aller Standorte ungefähr derselbe sein muß, so dürfte auch ein etwaiger kleiner Verlust an Tieren, der bei allen Methoden unvermeidlich ist, für die vergleichsmäßigen Feststellungen keine große Bedeutung haben.

Das Auszählen der erhaltenen Tiere erfolgte unter Anwendung schwächerer und stärkerer Vergrößerungen (24—52fach). Zunächst unter schwächerer Vergrößerung, um einen Überblick zu gewinnen, dann mit stärkerer Vergrößerung, um kleinere Gruppen zahlen- und artenmäßig festzustellen. Zur Ermöglichung des Auszählens hatte ich den Boden der verwendeten Uhrgläser in eine Reihe farbiger Felder untergeteilt, deren jedes für sich ausgezählt wurde. Die Ergebnisse dieser Zählung wurden dann nach Beendigung dieser Untersuchungen in Tabellen zusammengefaßt, deren Auswertungen im folgenden Teil der Arbeit besprochen werden soll.

Bevor ich zur Besprechung der Ergebnisse dieser Untersuchungen komme, möchte ich noch allen, die diese Arbeit unterstützt und gefördert haben, meinen herzlichsten Dank aussprechen. Vor allem Herrn Professor Dr. Ing. E. Schimitschek, der die Anregung zu dieser Arbeit gab und sie stets mit warmem Interesse verfolgte. Meinen besonderen Dank möchte ich auch den Herren aussprechen, die durch Bestimmung des umfangreichen Materials die Aufstellung einer Faunenliste der Flugsandböden des Marchfeldes ermöglichten, so den Herren: Graf Attems (Myriapoda, Chilopoda), Engel (Dipteren, Dipterenlarven), Fahringer (Copeognathen, Chalcididen, Proctotrupiden), Heikertinger (Halticinen), Holdhaus (Coleopteren), Jordan (Wanzen), Maidl (Ameisen), v. Oettingen (Thysanopteren), Scheerpeltz (Staphyliniden), Sellnick (Milben), Strebel(Collembolen), Wang (Spinnen), Zerny (Lepidopteren), Korschefsky (Käferlarven), und endlich habe ich noch Herrn Dr. Sachtleben für Vermittlung von Bestimmungsmaterial an verschiedene Herren zu danken.

II. Ergebnisse

In den folgenden Kapiteln sei eine Übersicht über die Bevölkerungsdichten von Myriopoden, Collembolen, Milben, Psociden der Böden und der Streu, das Verhalten der Bevölkerungsdichten dieser Tiere im jahreszeitlichen Verlauf, die Art ihrer vertikalen Wanderungen im Laufe des Jahres, sowie des Verhaltens der einzelnen Tiergruppen zueinander an den einzelnen Standorten gegeben. Daß von den verschiedenen beim Auslesen aus den Böden erhaltenen Tiergruppen gerade diese vier zur Aufstellung des Vergleiches der Fauna der vier Standorte herangezogen wurden, ist darin begründet, daß nur sie in allen Boden- und Streuproben stets und in relativ gleichmäßiger Verteilung angetroffen wurden und außer den nur gelegentlich erhaltenen Vertretern der Vermes (Nematoden und Enchytraeiden, diese allerdings öfters auch in größter Anzahl) einigen terricolen Käferarten, mit Bestimmtheit als ständige Bodenbewohner, also Bodentiere im engeren Sinne des Wortes, anzusehen sind[1]). Den

[1]) Die Beschränkung auf diese 4 Bodentiergruppen für die Auswertung der Zahlenergebnisse bewirkte auch, daß nur Bodentiere innerhalb von gewissen Körpergrößenausmaßen für die Untersuchungen herangezogen wurden. Bei den Myriapoden handelt es sich ausschließlich um die Scolopendrellide *Scutigerella immaculata*.

meisten der übrigen aus den Böden erhaltenen Tiere dient dieser nur als vorübergehender oder gelegentlicher Aufenthalt, sei es als Entwicklungsstätte oder als Schutzaufenthalt (namentlich die Streu) gegen Witterungseinflüsse, wohl auch als gelegentliche Nahrungsstätte. Nähere Ausführungen über die festgestellte oder vermutliche Lebensweise dieser Arten werden noch im Anschluß an die Faunenliste gegeben. Von den Myriopoden und Psociden wurde auch nur je eine Art in den Boden- und Streuproben häufig angetroffen und daher auch nur diese Arten aus diesen Gruppen zum zahlenmäßigen Vergleich der Fauna der Düne und der drei Waldorte herangezogen.

Als Bodentiere bezeichne ich, wie schon aus dem vorangegangenen Text zu ersehen ist, nicht nur die Tiere, die sich ausschließlich im Boden vorfinden, sondern ebenso die sowohl in der Streu wie im Boden auftretenden Tiere, sofern sie diese oder die Böden Zeit ihres Lebens nicht verlassen, oder sich zur Nahrungsaufnahme an Orte mit ähnlichen Verhältnissen wie modernde Baumstrünke, Wurzeln, unter die Rinde von Bäumen usw. begeben. Eine Trennung in „Streutiere" und „Bodentiere" ist nicht möglich, da dieselben Arten unter dem Einfluß der Umweltsverhältnisse bald die Streu, bald die Böden aufsuchen, Boden und Streu also als eine Einheit betrachtet werden müssen. Je nach der Empfindlichkeit gegenüber den Umweltsfaktoren finden sich manche Arten der Bodentiere vorwiegend in der Streu oder in den Böden, doch wurde keine einzige Art der als Bodentiere bezeichneten Gruppen als nur im Boden oder nur in der Streu vorhanden, festgestellt.

a) Vergleich der vier Standorte auf ihren Gehalt an Bodentieren im Laufe des Jahres

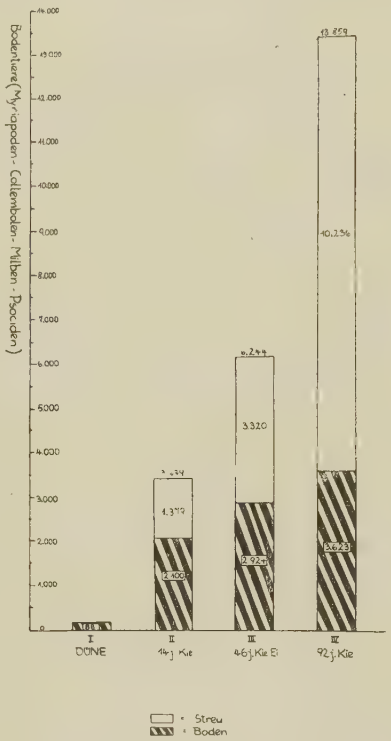
Addiert man die in den einzelnen Monaten erhaltenen Mengen der Bodentiere von jedem der untersuchten Standorte, so ergibt sich eine eindrucksvolle Vergleichsreihe der im Laufe des Jahres aus der Düne und den drei Beständen erhaltenen Tierzahlen.

Es enthielten: *Tabelle B*

Düne	14 jähr. Schwarzkiefernbestand	46 jähr. Schwarzkiefern-Eichen-Mischbestand	92 jähr. Schwarzkiefernbestand
88	Streu und Boden 3479 Bodentiere	Streu und Boden 6244 Bodentiere	Streu und Boden 13859 Bodentiere
88	Boden 2100 Bodentiere	Boden 2924 Bodentiere	Boden 3623 Bodentiere
	Streu 1379 Bodentiere	Streu 3320 Bodentiere	Streu 10236 Bodentiere

Einen noch deutlicheren Eindruck dieser Verhältnisse vermittelt eine zeichnerische Darstellung (Tabelle I).

TABELLE I Gesamtsumme der im Laufe des Jahres aus je 13 11 Proben erhaltenen Myriapoden - Collembolen - Milben und Psociden.



Die Säulen stellen die Menge der Bodentiere in Boden und Streu dar. Der schraffierte Teil entspricht der Zahl der aus dem Boden erhaltenen, der weiß gelassene (unschraffierte) Teil der aus der Streu erhaltenen Anzahl an Bodentieren.

Außerordentlich klein ist die Menge der Bodentiere in der Düne im Vergleich zu jener der Waldböden. Der Boden des 14jährigen Kiefernbestandes enthält beinahe 24mal soviel Tiere als der Boden der Düne, in Streu und Boden des gleichen Bestandes ist die Zahl der Bodentiere gegenüber der Düne um das beinahe 40fache angewachsen. Interessant ist auch der Vergleich der Bevölkerungszahlen in den Böden der drei Waldbestände. Es zeigt sich ein deutliches Ansteigen der Bevölkerung vom 14jährigen Schwarzkiefern- über den 46jährigen Schwarzkiefern-Eichen-Mischbestand zum 92jährigen Schwarzkiefernbestand und zwar in der Weise, daß der Gesamtgehalt an Bodentieren in Streu und Boden sich im nächst älteren Bestand ungefähr verdoppelt. Betrachtet man die Verhältnisse in der Streu allein, so ergibt sich, daß in der gleichen Streumenge die Menge der Bodentiere im 46jährigen Bestand nahezu dreimal größer ist als im 14jährigen und im 92jährigen Bestand mehr als dreimal größer ist als im 46jährigen. Die Wohndichte der Bodentiere in den Böden selbst steigt vom 14jährigen zum 46jährigen Bestand nur um 1/3 bis zur Hälfte, vom 46jährigen zum 92jährigen Bestand nur um etwas weniger als 1/4 der im jüngeren Bestand festgestellten Bevölkerungszahl an.

Es wurden aus den drei Waldbeständen im Laufe des Jahres bei monatlicher Probeentnahme erhalten:

aus dem 14jährigen Bestand . . .	Boden	2 100 Tiere
	Streu	1 379 Tiere
aus dem 46jährigen Bestand . . .	Boden	2 924 Tiere
	Streu	3 320 Tiere
aus dem 92jährigen Bestand . . .	Boden	3 623 Tiere
	Streu	10 236 Tiere

Das Verhältnis der Tiere des Bodens zu denen der Streu betrug also:

14jähriger Bestand	Boden : Streu	1,5 : 1
46jähriger Bestand	Boden : Streu	1 : 1,1
92jähriger Bestand	Boden : Streu	1 : 2,8

Durch die stärkere Zunahme der Wohndichte der Tiere in der Streu gegenüber der des Bodens verschiebt sich also auch das Verhältnis des Tiergehaltes der Böden zu dem der Streu mit Älterwerden der Bestände in der Weise, daß die Bevölkerungszahl in den Böden gegenüber jener in der Streu, relativ gesehen, ständig absinkt.

Wie läßt sich nun das Anwachsen der Bodentierbevölkerung von der Düne zu den Waldbeständen und hier weiter mit zunehmendem Bestandesalter, vor allem auch die verschiedene Zunahme der Tiere in Boden und Streu erklären? Über den Einfluß der Umweltverhältnisse in Böden auf die Wohndichte der Bodentiere liegen bereits genaue Untersuchungen von SCHIMITSCHEK im Gebiet des Alpenostrandes vor. Dieser stellte dabei fest, daß mit zunehmendem Gehalt der Nährstoffe im Boden die Zahl der Tiere zunehme, jedoch nur bis zu einem Schwellenwert von 40 %. Hingegen steigt bei in genügender Menge vorhandener organischer Substanz (40 %), mit zunehmender Luftkapazität die Bodentiermenge stets an. Hohe Wohndichten wurden nur in Böden, deren Luftkapazität über 20 % liegt und entsprechender Menge organischer Substanz festgestellt. Ferner konnten noch Beziehungen des Bodentiergehaltes zum Volumengewicht und zur Wasserkapazität in Gewichtsprozenten festgestellt werden, in der Weise, daß mit abnehmendem Volumengewicht und zunehmender Wasserkapazität in Gewichtsprozenten die Bodentierzahl anstieg. Hingegen ließ sich hinsichtlich des Bodentiergehaltes und der Wasserkapazität in Volumprozenten kein Zusammenhang feststellen.

Obwohl es sich nun im Marchfeld um ganz andere Standortsverhältnisse handelt, konnten doch durch die Untersuchungen hier, die am Alpenostrand gemachten Feststellungen der Beziehungen des Tiergehaltes der Böden zur Menge der darin enthaltenen organischen Substanz und den physikalischen Bodeneigenschaften vollauf bestätigt werden. Von der Düne zu den Beständen und mit zunehmendem Bestandesalter ergibt sich, wie aus Tabelle A, Seite 214 deutlich ersichtlich wird, eine Anreicherung an organischer Substanz in den Böden, eine starke Vergrößerung des Hohlraumvolumens und starkes Ansteigen der Luftkapazität (von 11,6 auf 33,6 %), sowie der Wasserkapazität in Gewichtsprozenten und eine gleichmäßige Abnahme des Volumengewichtes. Hingegen nimmt der Wassergehalt in Volumsprozenten von der Düne zum 14jährigen Bestand wohl zu, sinkt jedoch bei weiter ansteigendem Bestandesalter wieder ab, ohne aber den tiefsten Wert der Düne zu erreichen. Es folgt also das Ansteigen des Tiergehaltes in den Böden von der Düne zu den Beständen und mit zunehmendem Bestandesalter der Anreicherung der Böden mit organischer

Substanz, der Steigerung des Hohlraumvolumens, der Luftkapazität in Volums- und der Wasserkapazität in Gewichtsprozenten, sowie der Abnahme des Volumengewichtes. Hingegen konnten auch in diesen niederschlagsarmen Gebieten des Marchfeldes keine Beziehungen des Bodentiergehaltes zur Wasserkapazität in Volumsprozenten aufgedeckt werden.

Die Anreicherung an organischer Substanz gibt einer größeren Anzahl von Tieren Nahrungsmöglichkeit, das erweiterte Hohlraumvolumen, namentlich die gesteigerte Luftkapazität neue Aufenthaltsmöglichkeit, ferner spielt in diesem trockenen Gebiet die Zunahme der Wasserkapazität in Gewichtsprozenten für das Steigen der Tierzahl sicherlich eine noch entscheidendere Rolle als am regenreichen Alpenostrand. Die starke Zunahme der Wasserkapazität in Gewichtsprozenten von der Düne zum 14jährigen Schwarzkiefernbestand ist wohl zusammen mit dem Vorhandensein einer wenn auch noch dünnen Streudecke vor allem ausschlaggebend für das sprunghafte Ansteigen der Tierzahl im Jungbestand gegenüber der Düne.

Den begrenzenden Faktor für das biologische Fassungsvermögen der Böden bildet jedoch im Flugsandgebiete des Marchfeldes die Menge der in den Böden enthaltenen organischen Substanz. Es steigt, worauf noch bei der Besprechung der monatlichen Vertikalwanderung verwiesen wird, im Boden des 92jährigen Bestandes, selbst in Monaten, in denen die Tiere infolge ungünstiger Bedingungen sehr stark aus der Streu in die Böden abwandern, die Tierzahl nicht viel über 500 an. Diese Zahl entspricht aber bei weitem nicht der Tierzahl, die aus Böden gleicher Luftkapazität am Alpenostrand erhalten wurden, da hier ja die Menge der organischen Substanz bei weitem nicht den Schwellenwert von 40 % erreicht, der im Untersuchungsgebiet des Alpenostrandes meist überschritten wurde. Doch ist in diesen Böden, die erstmalig Wald tragen, das erhöhte Luftfassungsvermögen bei auch noch in geringen Mengen vorhandener organischer Substanz sicherlich schon von Bedeutung. Die noch in verhältnismäßig in geringen Mengen vorhandene organische Substanz, die sich auf den bestockten Flächen erst allmählich anreichert, ist jedoch die Ursache für den begrenzteren Anstieg der Tiere in den Böden als in der Streu. Übersehen darf allerdings bei Behandlung der den Tieren zur Verfügung stehenden Nahrung nicht werden, daß außer der organischen Substanz, für räuberisch lebende Formen die Tiere selbst als Nahrung in Frage kommen. Da aber erst mit Anwachsen der organischen Substanz die Zahl der Tiere und damit auch die tierische Nahrung anwächst, ist doch wieder die Menge der organischen Substanz an den Böden als begrenzender Faktor für den Tiergehalt überhaupt anzusehen.

Wie liegen nun die Verhältnisse in der Streu? Mit Älterwerden der Bestände nimmt die auf gleich großen Flächen aufliegende Streudecke zu. Eine vergleichende Untersuchung von je 1 dm^3 Boden der

drei Waldorte sowie der darauf aufliegenden Streu (es wurde soviel Streu entnommen als die Aufsatzfläche des Stechzylinders gerade einschloß) im Monat März ergab ein Ansteigen der Wohndichte sowohl in der Streu, als auch im gesamten Wohnraum von Boden und Streu.

Es enthielten:

	14jähr. Schwarzkiefern-bestand	46jähr. Schwarzkiefern-Eichen-Mischbestand	92jähr. Schwarzkiefern-bestand
Boden . . .	107 Tiere	117 Tiere	369 Tiere
Streu . . .	5 „	88 „	99 „
Ges. Wohnraum	112 Tiere	205 Tiere	468 Tiere

Dieses Anwachsen könnte namentlich in der Streu aus dem Nahrungsfaktor erklärt werden. (Größere Streumenge bedingt größere Tiermenge.)

Anders liegen jedoch die Verhältnisse, wenn man berücksichtigt, daß bei den laufenden Untersuchungen außer gleichen Bodenmengen stets auch gleiche Streumengen entnommen wurden. In diesen Fällen der Entnahme gleicher Streumengen fällt der Nahrungsfaktor zur Erklärung der Zunahme der Tierzahl in der Streu überhaupt weg. Denn bei reiner Streuentnahme ist die Menge der organischen Substanz fast 100%, liegt also weit über dem für die Böden angegebenen Schwellenwert von 40%, bei dem eine Steigerung des Nährstoffgehaltes noch eine Zunahme der Tierzahl bewirkt. Faktoren wie Luftkapazität, Hohlraumvolumen fallen auch zur Erklärung des Anwachsens der Bevölkerung mit zunehmender Streudecke aus, da Luft ja sowohl in den dünneren wie auch dickeren Streuschichten zur Genüge vorhanden ist. Die Erklärung liegt einfach darin, daß die Streu nun durch ihre dichtere Lagerung und die Fähigkeit Wasser zu halten, den Tieren nicht nur zum Ernährungsraum sondern auch zum weiteren Schutz- und Wohnraum wird. Die dünne Streudecke der jungen Bestände bietet den Tieren vor allem gegenüber der Austrocknung zu wenig Schutz. Zum Hauptaufenthaltsort wird in diesen, außer in den besonders günstigen feuchten, kühlen Monaten, soweit sein Fassungsvermögen reicht, der Boden. Mit Älterwerden der Bestände nimmt die Streuschicht zu, sie bietet den Tieren neue Raummöglichkeit. Damit ist aber auch die Möglichkeit zu einem weiteren Anstieg der Tierwelt gegeben, dessen Größe hier nicht durch die Menge der organischen Substanz, sondern durch den vorhandenen Lebens- und Wohnraum bestimmt wird. Die Größe des neuen Wohnraumes, der Streu, in den untersuchten Beständen wirkt sich nun so aus, daß in den älteren Beständen gegenüber den jüngeren in gleichen Mengen Streu eine ungefähr dreimal so große Tierzahl Aufenthaltsmöglichkeit zu finden vermag.

Bei den hier angestellten Überlegungen der Ursachen des Anwachsens der Tierwelt mit zunehmendem Bestandesalter, wurde der

Anstieg in Streu und Boden getrennt betrachtet. Die Fauna darf jedoch, wie bereits erwähnt, nicht als Streu- oder Bodenfauna getrennt für sich betrachtet werden, sondern muß, da stetige Wanderungen, wie später noch ausgeführt wird, zwischen den beiden Schichten stattfinden, als ein Ganzes behandelt werden. Den Tieren steht sowohl die Streu als auch der Boden als Wohnraum zur Verfügung, ebenso als Nahrung einerseits die Fülle der organischen Substanz in der Streu, als auch andererseits die geringe Menge von Nährstoffen in den Böden. Es halten sich jedoch immer nur bis so viel Tiere in einer der beiden Schichten auf, als deren biologischem Fassungsvermögen [1]) entspricht. Dieses wird in der Streu bei in genügender Menge vorhandener organischer Substanz von der Größe des zur Verfügung stehenden Wohnraumes begrenzt, in den Böden durch die noch geringe Menge der organischen Substanz, da die physikalischen Bedingungen der Böden wahrscheinlich mehr Tieren als festgestellt wurden, Aufenthaltsmöglichkeit bieten könnten. Daß die Menge der organischen Substanz bei günstigeren physikalischen Bedingungen als begrenzender Faktor für das biologische Fassungsvermögen aufgefaßt werden kann, beweisen auch Feststellungen Schimitscheks am Alpenostrand, der in den wenigen Fällen, wo Böden mit hohen Luftkapazitäten eine geringe (unter 40 % liegende) Menge organischer Substanz enthielten, in diesen Böden weit weniger Tiere vorfand als in Böden gleicher Luftkapazität mit der Mindestgröße von 40 % Gehalt an organischer Substanz.

Die Zahl der im Laufe des Jahres aus Streu und Boden erhaltenen Tiere verdoppelt sich ungefähr mit zunehmendem Alter der untersuchten Bestände. Dies wird vor allem durch das rasche Anwachsen der Tierzahl in der Streu bedingt, wo durch die Bildung neuen Wohnraumes den Tieren neue Vermehrungsmöglichkeit geboten wird. Ferner reichert sich mit Dichterwerden der Streudecke auch organische Substanz, die wohl aus Zersetzungsprodukten der Streu stammt, in den Böden an und bessern sich damit die physikalischen Bodenbedingungen. Damit erhöht sich auch das Fassungsvermögen der Böden, nimmt aber infolge der noch in verhältnismäßig geringen Mengen vorhandenen organischen Substanz bei weitem nicht so zu wie das Fassungsvermögen der aufgelagerten Streuschicht. Die Bodentiere nehmen im Boden mit zunehmendem Bestandesalter nur um ein Viertel bis zur Hälfte der im nächst jüngeren Bestand festgestellten Tierzahl zu.

Bei vergleichender Betrachtung des Bodentierlebens am Alpenostrand zu jenem des Marchfeldes muß in Betracht gezogen werden, daß es sich am niederschlagsreichen Alpenostrand in den naturgemäßen Waldungen um meist alte und ausgeglichene Lebensgemeinschaften, die unter an sich günstigen Verhältnissen leben, handelt. Bei den

[1]) Biologisches Fassungsvermögen = Menge der organischen Substanz + zur Verfügung stehender Wohnraum.

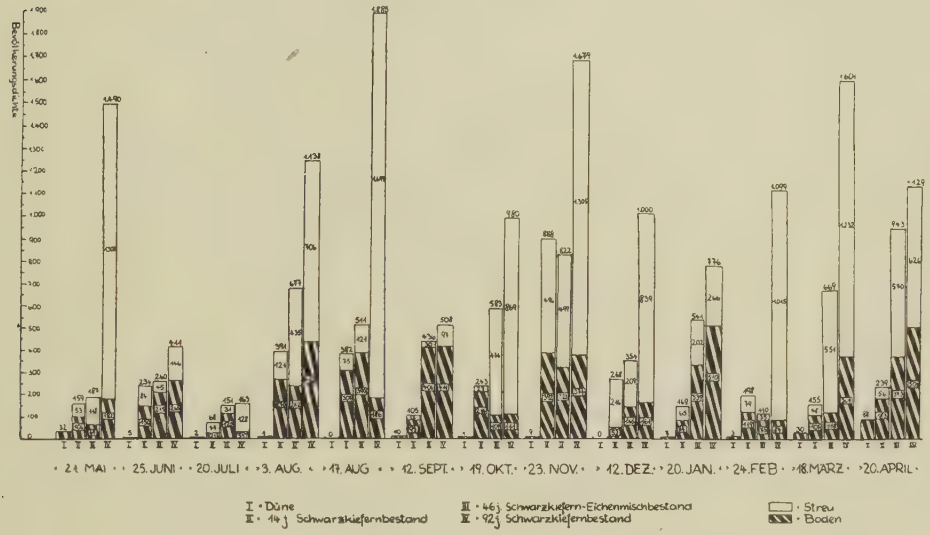
Flugsandaufforstungen werden jedoch durch die Schaffung des Waldes einschneidende Änderungen der Pflanzendecke, des Bodenzustandes und des Kleinklimas bewirkt. Die Bestockung mit Wald liefert einerseits durch die Nadelstreu und die Anreicherung des Bodens mit organischer Substanz die Nahrungsgrundlage für die Bodentiere, über das hinaus aber werden im regenarmen, trockenen und den Ostwinden ausgesetzten Marchfelde die kleinklimatischen Verhältnisse des Standortes und die physikalischen Bodeneigenschaften weitgehend verbessert und für viele Bodentiere optimaler.

Weiter darf bei dieser Überlegung nicht außer acht gelassen werden, daß es sich im Flugsandgebiete des Marchfeldes durchweg um die erste Waldgeneration auf vorher unbestockten Flugsandböden handelt. Die Zunahme der Bodentierbevölkerung — ausgehend von einem Minimum — kann zunächst nur allmählich vor sich gehen. Es spielt also auch der Zeitfaktor eine Rolle. Mit der Zeit wird sich erst der den neuen Verhältnissen entsprechende mengenmäßige und artliche Aufbau der Bodentierwelt einstellen und muß sich erst zu einer dem neuen Standort entsprechenden Lebensgemeinschaft einspielen. Die Dynamik der Bodentierwelt wird hier somit zunächst auch eine andere sein, als in alten Lebensgemeinschaften. Die wichtigsten Feststellungen bei Vergleich der vier Standorte auf ihren Gehalt an Tieren sind die, daß 1. von der Düne zum Jungkiefernbestand sich ein ungeheures Emporschnellen der Bevölkerungszahl ergibt und daß 2. mit zunehmendem Bestandesalter die Fauna namentlich in der Streu stark ansteigt (Verdreifachung der Zahlen in der Streu der untersuchten Bestände), daß also die gleiche Streumenge eines älteren Bestandes weit mehr Tiere enthält als die eines jüngeren, und daß es damit, was den Anteil der Bodentiere an den Abbau der Streu anbelangt, im älteren Bestand zu einer viel rascheren Streuumsetzung und Humuswerdung kommen muß als im jüngeren. Dieser Vergleich vermittelt nur ein Übersichtsbild. In den einzelnen Monaten liegen klimatisch und biologisch bedingt sehr verschiedene Verhältnisse vor. Der Vergleich zeigt jedoch eines, nämlich die großen Tierzahlen in der Streu, die ja in hohem Maße die Nahrungsquelle für die Bodentiere darstellt.

b) Vergleich der vier Standorte auf ihren Gehalt an Bodentieren in den einzelnen Monaten des Jahres

Vergleicht man die in den einzelnen Monaten eines Jahres erhaltenen Mengen von Bodentieren der vier Standorte untereinander, so ergibt sich wiederum ein sprunghafter Anstieg der Bodentierzahl von der Düne zum Jungwald in allen Monaten. Auch innerhalb der drei Waldbestände ergibt sich in den einzelnen Monaten (außer im November und Februar) ein Anstieg des Gesamtgehaltes an Bodentieren

TABELLE II Bevölkerungsdichte der Bodentiere in den einzelnen Monaten in den Böden der Düne und der 3 Bestände.



vom 14jährigen zum 92jährigen Bestand. Dies mag hier an einer beigefügten zeichnerischen Darstellung deutlich veranschaulicht werden (Tabelle II).

Die Säulen oberhalb der geraden Linie behalten den Gehalt an Tieren in 1 dm³ Boden + 1 l Streu in den einzelnen Monaten. Davon stellt wieder der schraffierte Teil der Säulen die Zahl der aus dem Boden erhaltenen, der weiß gelassene (unschraffierte) Teil die Zahl der aus der Streu erhaltenen Bodentiere dar.

Wie aus der Darstellung ersichtlich wird, steigt die Bevölkerungsdichte der Bodentiere im Gesamtraum von Streu und Boden in allen Monaten (ausgenommen im November und Februar) vom 14jährigen zum 92jährigen Bestand an [1]). Vergleicht man jedoch die in den einzelnen Monaten aus den Böden der drei Waldbestände erhaltenen Tierzahlen miteinander, und ebenso die Mengen der aus einer jeweils gleich großen Streumenge erhaltenen Bodentiere miteinander, so zeigt sich sowohl im Boden wie in der Streu nicht in allen Monaten ein regelmäßiger Anstieg der Bevölkerungsdichte vom 14jährigen zum 92jährigen Bestand. In den Böden selbst ergibt sich ein Ansteigen des Faunengehaltes von den jüngeren zu den älteren Beständen nur in sechs Fällen. (Juni, September, Dezember, Jänner, März, April.) Das Verhältnis der Wohndichten in den Böden der drei Bestände ist, wenn man Streu und Boden als zwei getrennte Schichten betrachtet, zumeist recht schwankend. Im Juli und am 17. August ergibt sich sogar ein

[1]) Die Unterschiede der Gesamttiermengen in den drei Beständen sind in den einzelnen Monaten allerdings nicht gleich, was bei der Behandlung der monatlichen Schwankungen erklärt wird.

Abstieg des Bodentiergehaltes der Böden vom 46jährigen zum 92jährigen Bestand, sonst überwiegt der Bodentiergehalt im Boden des 92jährigen Kiefernbestandes den des 46jährigen Schwarzkiefer-Eichenbestandes. Die Streu läßt den Anstieg des Faunengehaltes von den jüngeren zu den älteren Beständen nur in vier Monaten (Juni, Juli, Dezember und Februar) vermissen.

Es fällt hier die Bodentierzahl vom 14jährigen zum 46jährigen Bestand ab, steigt jedoch dann zum 92jährigen Bestand an.

Dieses unregelmäßige Schwanken des An- und Absteigens des jeweils für sich betrachteten Bodentiergehaltes der Böden bzw. der Streu in den einzelnen Monaten in den drei Waldbeständen ist durch die Verschiedenheit der vertikalen Wanderungen in den drei Standorten zu erklären und wird bei Erörterung dieser Wanderungen noch im besonderen berücksichtigt werden.

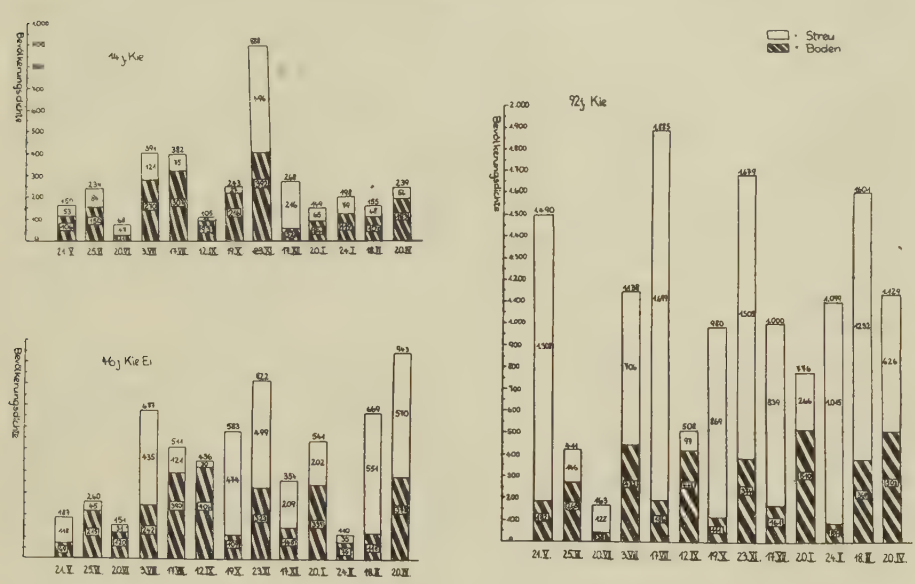
Bei Vergleich der erhaltenen Werte des Bodentiergehaltes im Gesamtraum von Streu und Boden aus den drei Waldbeständen im Laufe des Jahres zeigt sich weiter ein deutliches An- und Absteigen dieser Werte zu bestimmten Zeiten, was darauf hindeutet, daß auch in den Kieferngebieten des Marchfeldes es zu zeitlichen Schwankungen des Faunengehaltes kommt.

c) Das Verhalten der Bevölkerungsdichte der Bodentiere im jahreszeitlichen Verlauf in der Düne und den drei Waldbeständen

Bereits beim Vergleich der vier Standorte auf ihren Gehalt an Bodentieren in den einzelnen Monaten des Jahres deutete ein Ansteigen und Absinken der Tierzahlen zu bestimmten Zeiten darauf hin, daß auch das Bodentierleben in den Flugsandböden des Marchfeldes im Laufe des Jahres Schwankungen unterworfen ist. Schwankungen im Bodentiergehalt der Böden konnten schon von den verschiedensten Forschern festgestellt werden und wurden von diesen auf verschiedene Ursachen zurückgeführt. SEYDENSCHWARZ (zitiert nach FRANZ), der periodische Mengenbestimmungen von Nematoden durchführte, stellte ein ausgesprochenes Maximum im August und Minimum im November fest und nahm an, daß die Schwankungen jahreszeitlich bedingt seien. FRANZ kommt jedoch bei Untersuchungen über die Kleintierwelt ostalpiner Böden zu der Anschauung, daß „der Massenwechsel weniger vom Jahreskreislauf als vom Gesamtwettercharakter des Jahres abhängig sei". Vor allem wurde die Feuchtigkeit als ausschlaggebender Faktor für die Wohndichteänderungen der Bodentiere erkannt. Nach ULRICH ist die Wechselwirkung von Temperatur und Feuchtigkeit maßgebend, und zwar ist in den Wintermonaten die Wärme, in den Sommermonaten die Feuchtigkeit der ausschlaggebende Faktor.

Es soll nun hier auf Grund der enthaltenen Zahlenwerte des Bodentiergehaltes der jahreszeitliche Verlauf der Bodentierbewegung für jeden der drei Waldbestände zeichnerisch dargestellt werden

TABELLE III Schwankungen der Bevölkerungsdichte der Bodentiere in den einzelnen Monaten in den 3 Beständen.



(Tabelle III) und die Beziehungen der Schwankungen des Bodentiergehaltes zu den an diesen Standorten im Untersuchungsjahr festgestellten Klimadaten (Temperatur, Feuchtigkeit) aufgedeckt werden.

Die Düne mit ihrem verschwindend geringen Gehalt an Tieren wurde zur zeichnerischen Darstellung der jährlichen Bodentierbewegung nicht herangezogen. Der Dünenboden weist nur in den Frühjahrsmonaten März bis Mai eine größere Anzahl von Tieren auf (30—80 auf 1 dm^3 Boden); in den übrigen Monaten ist die Fauna verschwindend klein, zu manchen Zeiten wurden überhaupt keine Tiere erhalten, was sich wohl aus der Bewegung der Oberfläche der Sanddüne erklärt.

Die Tabelle III gibt das Verhalten der Bodentiere im Laufe des Jahres in den drei Beständen wieder. Die Säulen beinhalten wieder die Mengen der Bodentiere aus 1 l Boden und 1 l Streu. Der schraffierte Teil entspricht der Zahl der aus dem Boden erhaltenen, der weiß gelassene (unschraffierte Teil) der aus der Streu erhaltenen Anzahl von Bodentieren.

Ein Vergleich der drei Bestände auf die Schwankungen ihres Bodentiergehaltes im Laufe des Jahres ergibt, wenn man die Gesamtzahlen der aus Streu und Boden monatlich erhaltenen Tiere betrachtet, weitgehende Übereinstimmung. In allen drei Beständen ergibt sich von Mai an (allerdings nach einem schwachen Anstieg der Bodentierzahl in den zwei jüngeren Beständen im Juni) ein starkes Absinken der Bodentiermenge bis zum Juli und ein darauffolgendes starkes Ansteigen im August, das sogar zu einem maximalen Gehalt an Bodentieren in diesem Monat führt. Es folgt sodann erneutes Abfallen der Boden-

tierfauna im September und darauf rasches gleichmäßiges Anwachsen des Bodentierlebens über den Oktober bis in den November, wo ein erneutes, zweites Maximum erreicht wird. Im Dezember kommt es in allen Beständen wieder zu einem Absinken der Bodentierzahlen, das in den Kiefernbeständen seinen Tiefpunkt im Jänner, im Schwarzkiefern-Eichen-Mischbestand nach einem leichten Anstieg im Jänner diesen im Februar erreicht. Im 46jährigen und 92jährigen Schwarzkiefernbestand kommt es noch zur Ausbildung eines Frühjahrsmaximums (also eines dritten hohen Wertes), während im Jungkiefernbestand die im Februar erreichte Bodentierzahl unter leichten Schwankungen in den Spätwinter- und Frühjahrsmonaten auf ungefähr gleicher Höhe bleibt.

Die Schwankungen in den drei Beständen sind allerdings verschieden groß; da der Lebensraum der Bodentiere im 92jährigen Bestand weit größer ist, als in den beiden jüngeren Beständen, ist dem Ansteigen seines Bodentiergehaltes in günstigen Zeiten ein viel größerer Spielraum gegeben, als in den beiden jüngeren Beständen. Im Kiefern-Eichen-Mischwald hat, wie später noch ausgeführt wird, wahrscheinlich das beigemischte Laub eine ausgleichende Wirkung auf das An- und Absteigen der Tierzahl unter dem Einfluß der Witterung, so daß hier gerade in Monaten allgemeinen Absinkens wie z. B. im September oder in Monaten des allgemeinen Anstiegs der Tierzahl wie z. B. im November, die Unterschiede des Tiergehaltes dieser Monate gegenüber den der jeweiligen Vormonate geringer sind, als im 14jährigen Bestand, wiewohl im 46jährigen Schwarzkiefern-Eichen-Mischbestand infolge der verbesserten Bodenverhältnisse und der höheren Streudecke sich das biologische Fassungsvermögen dieses Standortes gegenüber dem 14jährigen Jungkiefernbestand sehr vergrößert hat. Diese verschiedene Amplitude der monatlichen Schwankungen in den drei Beständen führt auch dazu, daß die Unterschiede der Gesamttierzahlen in den drei Beständen in den einzelnen Monaten nicht gleich sind (z. B. sinkt im trockenen September im Mischbestand die Tierzahl gegenüber dem August weit nicht in dem Maße ab wie in den Kiefernbeständen [1]), was die Unterschiede des Tiergehaltes gegenüber den Verhältnissen im August zwischen dem 46jährigen Kiefern-Eichen-Mischbestand und dem 14jährigen Jungkiefernbestand erhöht, zwischen dem 46jährigen Kiefern-Fichtenbestand und dem 92jährigen Kiefernaltbestand aber erniedrigt.

Es müssen daher, um Klarheit über die unterschiedlichen Verhältnisse des Bodentiergehaltes verschiedener Waldbestände zu gewinnen, über die Bodentierwelt jedes einzelnen Bestandes eine Serie zeitlich aufeinanderfolgender Untersuchungen

[1]) Im Mischbestand sind die Extreme der Klimafaktoren kleiner, das Kleinklima ist neutraler, ausgeglichener.

durchgeführt werden und erst aus diesen kann ein guter Überblick über das mengenmäßige Verhalten der Tierwelt in verschiedenen Waldgebieten gewonnen werden.

Bringt man diese festgestellten jahreszeitlichen Schwankungen in den Beständen der Flugsandaufforstungen in Beziehung zu den im Untersuchungsjahr an diesen Standorten vorgefundenen Niederschlags- und Temperaturverhältnissen[1]), so ergibt sich wohl vielfach eine weitgehende Übereinstimmung, jedoch zur völligen Klärung der vorgefundenen Verhältnisse reichen die Klimadaten allein nicht aus. Das Absinken der Tierzahlen im September fällt mit einem der trockensten Monate dieses Jahres zusammen, das Absinken der Wohndichte in den Wintermonaten ist aus den unwirtlichen Verhältnissen (Gefrieren des Bodenwassers) erklärlich. Das Maximum in den Spätherbstmonaten fällt in die kühle feuchtere Witterungsperiode, das schwankende Ansteigen gegen das Frühjahr folgt ungefähr den Niederschlagsmengen und der ansteigenden Temperatur, die wie Ulrich schon anführt, in den Wintermonaten von Bedeutung wird.

Wie aus der zeichnerischen Darstellung der jahreszeitlichen Schwankungen sofort ersichtlich wird, kommt es zum Tiefpunkt des Bodentiergehaltes im Monat Juli; im folgenden Monat August erreicht das Bodentierleben wieder einen seiner Höhepunkte. Da im Untersuchungsjahr ausnahmsweise der Mai die größten Niederschlagsmengen aufwies, wäre ein Abfallen der Bodentierzahl gegen den Juli zu bei ansteigender Temperatur allenfalls verständlich, jedoch die Erreichung des größten Tiefpunktes der Wohndichte ist in einem der immerhin regenreichsten Monate des Jahres aus den Niederschlagssummen allein nicht erklärlich. Es mag aber für das Absinken der Bodentierzahl die Art der Niederschläge von Bedeutung sein. Nach Bauer fallen die Niederschläge im Marchfeld im Sommer meist in Form von Platzregen, bewirken also nur kurzdauernde Durchtränkung dieser Sandböden mit Feuchtigkeit, so daß die Bodentiere wahrscheinlich in diesen warmen Monaten auch Zeiten größerer Trockenheit überdauern müssen. Nicht geklärt aber aus den Niederschlags- und Temperaturverhältnissen kann das starke Ansteigen der Bodentierzahl im August, einem Monat mit ähnlichen Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen werden. Die Niederschlagsmengen sinken gegen August sogar bei ungefähr gleichbleibender Temperatur ab, so daß es zu einem Absinken der Bodenfeuchtigkeit, die ja für die Bevölkerungsdichte der Bodentiere wahrscheinlich den ausschlaggebenden Faktor darstellt, kommen muß.

Die tatsächliche Erklärung findet sich wahrscheinlich aus den Entwicklungsverhältnissen, also dem Generationsablauf der Bodentiere. Viele Arten finden sich wohl über das ganze Jahr verstreut,

[1]) Die Daten über die Temperatur und Feuchtigkeitsverhältnisse sind während der letzten Kriegsereignisse in Wien verlorengegangen.

doch findet sich gerade die am häufigsten vorhandene Milbe in den Monaten Juni und Juli nur in wenigen Exemplaren vor, und auch andere häufige Arten sind im Juli nicht oder nur in geringer Anzahl vorhanden, befinden sich also zu dieser Zeit sicherlich vorwiegend im Eistadium. Im August sind namentlich Jungstadien dieser Milben in großer Menge vorhanden. Aus diesen Entwicklungsverhältnissen der häufigsten Milbenarten mag sich der Tiefpunkt im Juli und der Höhepunkt im August (der ja dem Juli gegenüber ein regenärmerer Monat ist) weiterhin erklären. Die Aufeinanderfolge der Generationen[1]) dieser Arten ist also wahrscheinlich weitgehend mitbestimmend für die starke Schwankung der Bodentierzahl in den beiden Sommermonaten (Juli und August).

Aus diesen Ausführungen geht hervor, daß wohl die laufenden (jährlichen) Witterungsverhältnisse, namentlich der Faktor Feuchtigkeit, das Bodentierleben weitgehend beeinflussen, daß aber auch ein gewisser innerer Entwicklungsrhythmus vorliegt, der bei weitverbreiteten Formen aber wohl großklimatisch beeinflußt werden kann. (Ein Sommerminimum und darauf ansteigende Bevölkerungsdichte der Bodentiere fanden die meisten Forscher vor, z. B. von PFETTEN, ULRICH, FRENZEL. Allerdings konnte hier dieses Minimum und das darauffolgende Ansteigen der Tierzahl aus den herrschenden Klimaverhältnissen abgeleitet werden.)

Von Interesse ist weiter die Frage: wie verhält sich die Bodentierbewegung der Streu und des Bodens, wenn jedes dieser beiden Substrate für sich getrennt betrachtet wird, zur Gesamtbewegung?

Vergleicht man die in den einzelnen Monaten aus der Streu allein erhaltenen Bodentierzahlen miteinander und stellt man dieselben Betrachtungen über den monatlichen Bodentiergehalt der Böden an, so lassen sich auch in jeder dieser Schichten Schwankungen des monatlichen Bodentiergehaltes feststellen, die aber namentlich in den Böden nicht immer mit den Schwankungen der Bodentierzahl im gesamten Wohnraum (Streu und Boden) übereinstimmen. Die Bodentierbewegung in der Streu macht in den beiden Schwarzkiefernbeständen die Schwankungen der Gesamttierzahl namentlich ihre Minima und Maxima vollständig, im Schwarzkiefern-Eichenbestand in den meisten Fällen, allerdings in verschärfter oder abgeschwächter Form mit. (Im 46jährigen Schwarzkiefern-Eichenbestand findet im Juni und Jänner bei allgemeinem leichten Bevölkerungsanstieg im gesamten Wohnraum ein Absinken der Tierzahlen in der Streu dieses Bestandes statt.) Betrachtet man jedoch die Änderungen des Bodentiergehaltes der Böden im Laufe des Jahres, so ergibt sich gegenüber der Bewegung der Tiere im gesamten Wohnraum vielfach ein verändertes, geradezu entgegengesetztes Bild. Namentlich im 92jährigen

[1]) Bei aller Überschneidung der Geschlechterfolgen prägt sich doch ein bestimmter Rhythmus der Generationen dieser Arten aus.

Bestand werden in den Monaten des allgemeinen Abstiegs der Bevölkerungszahlen im Gesamtwohnraum (Streu und Boden) z. B. im September und Jänner Maxima des Tiergehaltes erreicht, Monate des Anstiegs der Bodenfauna im gesamten Wohnraum zeigen in einigen Fällen z. B. Oktober und Februar ein Absinken der Wohndichte in den Böden. Auch im 46jährigen Schwarzkiefern-Eichenbestand wird im September, einem trockenen Monat, mit allgemeinem Rückgang des Tierlebens im Boden ein maximaler Gehalt an Tieren erreicht, im Oktober wiederum sinkt bei allgemeinem Bevölkerungsanstieg die Zahl der Tiere im Boden ab. Im 14jährigen Bestand hingegen verläuft die Jahresbewegung (ausgenommen im Jänner, wo bei allgemeinem Abstieg im gesamten Wohnraum eine Anreicherung an Tieren im Boden stattfindet, und einer kleineren Abweichung im August) im Boden parallel der Gesamtbewegung, was, da an diesem Standort der größere Teil der Tiere sich im Ablauf des Jahres im Boden aufhält und dieser den Witterungseinflüssen am meisten ausgesetzt ist, leicht verständlich ist.

Die Abweichungen der Bodentierbewegung in den Böden und in der Streu gegenüber jener im gesamten Wohnraum (Boden und Streu) lassen sich nur durch die Vertikalwanderungen der Tiere, die klimatisch bedingt sind und besonders durch die Feuchtigkeitsabstufungen in den verschiedenen Schichten der Streu und des Bodens hervorgerufen werden, erklären. Bei länger andauernder Trockenheit finden Wanderungen aus der Streu in den Boden, der die Feuchtigkeit länger hält, statt; in feuchteren, kühleren Monaten vollzieht sich diese Wanderung in entgegengesetzter Richtung. Daß die Tiere sicherlich Wanderungen vornehmen und Änderungen der Bevölkerungsdichte in einer Bodenschicht nicht nur durch Vermehrung und Sterblichkeit allein bedingt sind, ergibt sich schon daraus, daß bei allgemeinem Rückgang der Bevölkerung im Gesamtwohnraum (Boden und Streu) gleichzeitig in einer für die Tiere bessere Umweltsverhältnisse bietenden, verhältnismäßig günstig gelegenen Schicht die Wohndichte ansteigt (Anstieg der Bevölkerung in den Böden im September) oder bei allgemeinem Anstieg, in einer weniger feuchten Zone abnimmt, was nur durch Zuwanderung oder Abwanderung von Tieren erklärt werden kann. Diese Zuwanderung bzw. Abwanderung in den Böden und der Streu äußert sich in Verschärfung, Abschwächung oder gar gegensätzlichem Verlauf der jährlichen Bevölkerungsschwankungen im Boden oder der Streu gegenüber der Bewegung im gesamten Wohnraum (z. B. relativ stärkerer Anstieg der Tiere in der Streu als der Tiere im gesamten Wohnraum am 17. August im 92jährigen Schwarzkiefernbestand). Umgekehrt läßt sich aber aus der Art der Veränderung des Tiergehaltes einer Schicht gegenüber der Tierzahl im gesamten Wohnraum (Boden und Streu) auch die Richtung der Vertikalwanderung (z. B. stärkerer Anstieg der Tierzahl der Streu gegenüber jener im gesamten Wohnraum — Wanderung gegen die Streu) ablesen.

Um ein richtiges Bild über die Schwankungen des Bodentiergehaltes im Laufe des Jahres, bedingt durch Vermehrung und Sterblichkeit der Tiere, zu erhalten, muß stets die gesamte aus Streu und Boden erhaltene Tierzahl berücksichtigt werden, da bedingt durch die vorhandene Vertikalwanderung die Betrachtung der zahlenmäßigen Bodentierbewegung einer Schicht allein verschärfte, abgeschwächte oder gar entgegengesetzte Resultate liefert.

Die horizontalen Wanderungen dürften sich bei gleichen physikalischen und organischen Bodeneigenschaften ausgleichen. Bei großer Verschiedenheit dieser Faktoren wird natürlich eine Zuwanderung zu den optimalere Lebensbedingungen bietenden Bodenstellen erfolgen.

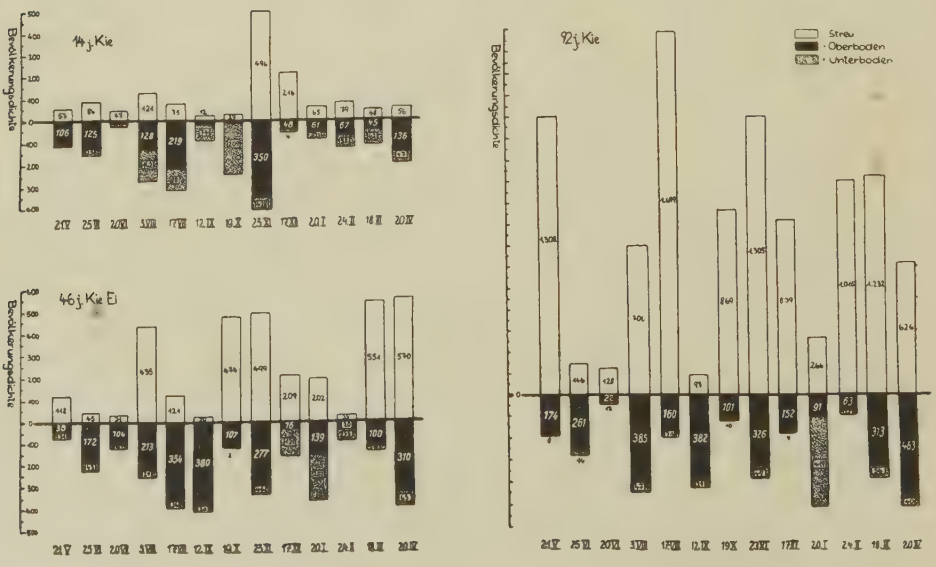
d) Die vertikale Wanderung der Bodentiere in den drei Waldbeständen im Laufe des Jahres

Um die vertikale Wanderung der Bodentiere in den drei Waldbeständen deutlicher zu veranschaulichen, sei hier die monatliche Verteilung der Bodentiere in Boden und Streu, sowie auch in Oberboden und Unterboden in drei Darstellungen wiedergegeben (Tabelle IV).

Die Säulen oberhalb der Abszisse beinhalten den Bodentiergehalt der Streu, die unterhalb dieser Linie den des Bodens, davon stellt der dunkle Teil die Tierzahl im Oberboden, der punktierte den Tiergehalt im Unterboden dar.

Im 14jährigen Schwarzkiefernbestand lebt in den warmen Frühjahrs- und Sommermonaten und bis spät in den Herbst hinein der größere Teil der Bevölkerung im Boden, erst in den kühlen, feuchteren

TABELLE IV Verteilung der Bodentiere in Streu-Oberboden und Unterboden in den einzelnen Monaten.



Monaten November und Dezember findet sich die Fauna vorwiegend in der Streu. Eine Ausnahme stellt nur der Monat Juli dar, da obwohl das Bodentierleben ein Minimum erreicht hat, sich etwas mehr Tiere in der Streu finden, als im Boden. Der Juli gehört jedoch in diesem Gebiet zu einem der regenreichsten Monate des Jahres und das Minimum der Bevölkerung im gesamten Wohnraum ist wahrscheinlich, wie schon ausgeführt, außer auf die Art der Niederschläge auch wahrscheinlich auf den Entwicklungsrhythmus der häufigsten Milbenarten zurückzuführen. Das stärkere Vorhandensein von Tieren in der Streu als im Boden, ist ein weiterer Beweis dafür, daß nicht allein klimatische Verhältnisse den Rückgang der Bevölkerung verursacht haben.

Im 46jährigen Schwarzkiefern-Eichen-Mischbestand hält sich während der warmen Sommermonate und der kalten Wintermonate der größere Teil der Tiere im Boden auf (ausgenommen Anfang August, was wahrscheinlich ebenso durch die stärkeren Niederschläge in dieser Zeit und die daraus sich ergebende größere Feuchtigkeit der Streuschicht begründet ist). In den Frühjahrs- und Herbstmonaten vollzieht sich aber das Hauptleben in der Streu (März, April, Mai bis Oktober, November, Dezember).

Der 92jährige Schwarzkiefernbestand beherbergt jedoch das ganze Jahr über den größten Teil seiner Bodentierbevölkerung in der Streu, nur in den in bezug auf Temperatur und Niederschlag extremen Monaten des Jahres (Juni, September, Jänner) überwiegt die Zahl der Tiere im Boden jene in der Streu. (Im Juni wurden die Proben gerade in einer niederschlagsarmen Zeitperiode dieses Monates entnommen.)

Die verschiedene Verteilung der Tiere im Boden und der Streu im Laufe des Jahres und die damit verbundenen vertikalen Wanderungen lassen sich vor allem aus den klimatischen Umweltsverhältnissen, vorwiegend aus den Feuchtigkeitseinflüssen erklären, die in den drei Waldbeständen während des Jahres auf die Bodentiere einwirken. Die dünne Streuschicht des 14jährigen Bestandes vermag in den warmen Monaten noch nicht für längere Zeit Feuchtigkeit zu halten und auch nicht die Tiere vor Austrocknung zu schützen. Erst die kühlen Spätherbstmonate ermöglichen auch hier ein stärkeres Leben in der Streu. Im 46jährigen Bestand ist die Streuschicht (auch durch die Laubbeimischung) bereits so dicht und mächtig, daß sie durch ihren Feuchtigkeitsgehalt den Bodentieren in den Frühjahrs- und Herbstmonaten Nahrungs- und Wohnraum bieten kann.

Die 5 cm starke Streudecke des 92jährigen Bestandes vermag jedoch das ganze Jahr den Tieren genügend Feuchtigkeit zu bieten und nur in den Monaten mit den extremsten Bedingungen wandern die Tiere in die Böden ab.

Von Bedeutung ist ferner, daß die Streudecke des 14jährigen Bestandes noch keine geschlossene Streudecke bildet und auch dadurch

der Austrocknung leichter unterliegt. In gleicher Richtung dürfte sich die im Jungbestand entsprechend der geringen Bestandeshöhe noch tiefe Lage der klimatisch tätigen Oberfläche des Bestandes auswirken. Die kühle „Isolierschichte" des Stammraumes ist noch sehr klein und nimmt rascher höhere Temperaturen an als im Altbestand, wodurch der Bodendecke mehr Feuchtigkeit entzogen werden dürfte.

Die verschiedene Dicke der Streudecke in den drei Beständen sowie die zuletzt ausgeführten Überlegungen bewirken auch, daß, wiewohl das Ansteigen und Absinken des Tiergehaltes, vor allem das Erreichen der Höhepunkte des Bodentierlebens in den drei Beständen übereinstimmt (s. Tabelle III), der höchste Tiergehalt des Jahres jedoch im 92jährigen Bestand im August, im 46jährigen Bestand im April, im Jungkiefernbestand aber erst im kühlen November erreicht wird.

Für die Verteilung der Tiere in Boden und Streu ist also der Feuchtigkeitsgehalt der ausschlaggebende Faktor. Die meisten der Bodentiere sind, worauf ja auch von allen Forschern, die sich mit Bodentieren befaßt haben, hingewiesen wird und wie mir auch durch eigene Versuche bestätigt wurde (auf Filtrierpapier gebrachte Milben suchten da sofort ausnahmslos die befeuchteten Stellen auf), gegen Austrocknung allerdings in verschiedenem Grade sehr empfindlich und wandern daher von Orten zu geringer zu jenen mit höherem bzw. ihnen zusagendem Feuchtigkeitsgehalt. Die Temperatur spielt für die Bodentierbewegung längst nicht eine so wichtige Rolle wie die Feuchtigkeit. Hohe Temperaturen (natürlich nur bis zu bestimmten Grenzen) wirken nur im Zusammenhang mit Austrocknung. Im Winter muß die Temperatur schon ziemlich weit herabsinken, damit bei höheren Streuauflageschichten eine Abwanderung in die Böden eintritt. (Das winterliche Minimum der Bodentierbevölkerung tritt in den reinen Schwarzkiefernbeständen im Monat Jänner auf.) Jedoch wurden auch aus der im Jänner bei — 10° Lufttemperatur herausgehackten festgefrorenen Streu noch eine Anzahl von Bodentieren (Adulti, also sicherlich nicht bei der Auslese geschlüpft) erhalten.

Die vertikale Abwanderung der Bodentiere im Winter (d. h. im vorliegenden Falle im Jänner) erfolgt wahrscheinlich nicht durch den direkten Einfluß der tiefen Temperaturen allein, sondern vielmehr durch deren indirekten Einfluß. Mit dem Gefrieren der Streu und der obersten Bodenschichte werden diese gefrorenen Schichten physiologisch trocken[1]). Die Bodentiere wandern daher in die tieferliegenden nicht gefrierenden Bodenschichten mit höherer physiologischer Feuchtigkeit ab.

Die vertikalen Wanderungen lassen sich nun auf Grund der in Tabelle IV wiedergegebenen Bevölkerungsdichte der Bodentiere in

[1]) FRENZEL weist darauf hin, daß ein Frieren des Wassergehaltes einer Bodenschichte zu deren physiologischer Trockenheit führt, denn das in Form von Eis gebundene Wasser kann von den Tieren nicht verwendet werden.

Streu und Boden der drei Bestände in den einzelnen Monaten des Jahres sehr leicht ablesen.

Im 14jährigen Schwarzkiefernbestand finden die Hauptwanderungen in den Monaten November und Dezember und zwar in die Streu und in dem darauffolgenden Monat (Jänner) in den Boden statt. Im 46jährigen Schwarzkiefern-Eichenbestand kommt es zu Frühjahrs- und Herbstwanderungen in die Streu, im Juni und Jänner wandern die Tiere in die Böden. Im 92jährigen Schwarzkiefernbestand überwiegt die Bodentierwelt nur in den extremen Monaten (Juni, September, Jänner) im Boden jene der Streu, bei günstigeren Verhältnissen wandern die Tiere wieder in die Streu ein. Die Wanderungen im 92jährigen Bestand wirken sich infolge der hier vorhandenen viel reichlicheren Bodentierwelt zahlenmäßig am stärksten aus. Es kommt aber auch hier bei Einwanderungen in die Böden nie zum Überschreiten einer obersten Grenze, die bei ungefähr 500 Tieren auf 1 dm^3 Boden liegt und die wahrscheinlich etwa dem biologischen Fassungsvermögen dieser Böden entspricht. Mögen z. B. auch dreimal so viele Tiere im vorhergehenden, dem Streuleben besonders günstigen Monat in der Streu vorhanden gewesen sein, die Bevölkerung des Bodens steigt in der darauffolgenden für das Leben in der Streu nun ungünstigen Zeit doch nicht über diese Zahl an.

Vertikale Wanderungen zwischen Streu und Boden, die aber nicht zum Überwiegen des Tiergehaltes einer dieser Schichten über die andere führen, finden übrigens, wie aus der vorstehenden Tabelle hervorgeht, über das ganze Jahr hin statt. (So z. B. im 92jährigen Bestand vom März zum April in den Boden, vom 3. zum 17. August im selben Bestand in umgekehrter Richtung in die Streu.) Sie führen zu leichten Änderungen der monatlichen Schwankungen des Bodentiergehaltes in Boden und Streu gegenüber der zahlenmäßigen Bewegung der Bodentiere im gesamten Wohnraum und sind auch an diesen leicht abzulesen.

Durch die Verschiedenheit der vertikalen Wanderungen kann auch der unregelmäßige Anstieg der Tierzahlen im Boden oder der Streu von den jüngeren zu den älteren Waldbeständen in den einzelnen Monaten erklärt werden. So z. B. enthält im Monat Mai der Boden des 14jährigen Schwarzkiefernbestandes mehr Tiere als der des 46jährigen Schwarzkiefern-Eichen-Mischbestandes. — Frühjahrswanderung im 46jährigen Schwarzkiefern-Eichenbestand gegen die Streu, die im Jungkiefernbestand unterbleibt, daher finden sich im Boden des 46jährigen Bestandes weniger Tiere als in dem des 14jährigen. — Dasselbe ist im Oktober der Fall. (Schon eingesetzte Herbstwanderung im 46jährigen Bestand, die im 14jährigen Jungkiefernbestand erst im November einsetzt.) Auch der unregelmäßige Anstieg der Tierzahlen im Boden in den Sommermonaten läßt sich durch die verschiedene Art der vertikalen Wanderungen in den Be-

ständen erklären. So findet z. B. eine stärkere Wanderung gegen die Streu im 46jährigen Schwarzkiefern-Eichenbestand am 3. August, im 92jährigen Bestand am 17. August statt, was am 3. August ein Absinken des Tiergehaltes im Boden des 46jährigen Bestandes gegenüber dem des 14jährigen, am 17. August ein Absinken der Tierzahl im Boden des 92jährigen Bestandes gegenüber der des 46jährigen zur Folge hat (Tabelle II).

Eine vergleichende Untersuchung der Fauna der Böden oder auch der Streu für sich getrennt, kann daher, besonders bei nur einmaliger Entnahme der Proben zu der Wirklichkeit direkt entgegengerichteten Ergebnissen führen. Es sollen deshalb bei allen vergleichenden Untersuchungen der Bodenfauna von Waldbeständen immer die Bodentiermengen des gesamten Wohnraumes (Streu und Boden) berücksichtigt werden. Es gibt im allgemeinen keine Streu und keine Bodenfauna die für sich getrennt bestehen, sondern beide sind durch stetige, gegenseitig gerichtete Wanderungen der Tiere als ein Ganzes zu betrachten. Von allen festgestellten häufigeren Bodentierarten, mochten auch verschiedene Arten Streu oder Boden als Aufenthaltsort bevorzugen, wurde jedoch keine einzige nur in einer der beiden Schichten als allein vorkommend festgestellt.

Wohl findet sich dann noch eine gewisse Trennung von Jungtieren und Adulti in den Beständen in der Weise, daß erwachsene Formen die Streu, Jungformen namentlich in ungünstigeren Zeiten die Böden bevorzugen. Eine strenge Trennung ist jedoch auch hier nicht gegeben. Die Verteilung Jungtiere, Adulti in Boden und Streu ist wahrscheinlich ein zweiter Grund um lokale Wanderungen gegen die Streu besonders im Sommer mit erklären.

Das rasche Einwandern der Tiere in die Streu, sobald diese nur genügende Feuchtigkeitsmengen enthält, die Bevorzugung der Streu von den erwachsenen Formen beweist, daß die Streu in den älteren Beständen der Flugsandaufforstungen das bevorzugte Lebens- und Nährsubstrat der Tiere ist. Bei noch jungen Flugsandaufforstungen der ersten Waldgeneration (14jähriger Bestand) finden die Bodentiere natürlich günstigere Aufenthaltsbedingungen im Boden, da ja eine geschlossene Streudecke noch nicht vorliegt. Das Vorhandensein einer wenn auch noch geringen Streumenge, die noch keine geschlossene Streudecke bildet und sich besonders zunächst unter den einzelnen Stämmchen ansammelt, ermöglicht aber erst durch Darbietung organischer Substanz und auch Besserung der physikalischen Bodenverhältnisse ein reicheres Leben in den Böden.

Aus dieser Tasache geht weiter hervor, daß die Streunutzung (besonders auf armen Böden) dem Boden nicht nur die unbelebte Nahrungsquelle entzieht, sondern mit der Streu dem Boden auch die Bodentiere entzogen werden und dadurch eine ganz gewaltige Störung der Lebewelt des Bodens bewirkt wird. Durch die Streunutzung wird die dem jeweiligen Bestand entsprechende Sättigung mit Bodentieren immer wieder verhindert. Wenn schon in manchen Gebieten auf die Streunutzung nicht verzichtet werden kann, so sollte die Streu nie zur Gänze entfernt werden, um den Bodentieren eine gewisse Nahrungsmenge zu sichern. Bei vollständiger Streuentnahme muß das Bodentierleben zunächst auf eine Zahl zurückgehen, die in den Böden noch Lebensmöglichkeit finden kann, eine Tiermenge also, die nur dem biologischen Fassungsvermögen der jeweiligen Böden entspricht. Mit der Zeit wird aber auch diese Bodentierbevölkerung bei ständiger Streunutzung zahlenmäßig noch weiter absinken, da wahrscheinlich der Verbrauch der organischen Substanz in den Böden durch die dort vorhandenen Tiere durch Einbringung neuer Nährstoffe nicht mehr gedeckt werden kann und so das Bodentierleben in Anpassung an diese Verhältnisse immer weiter zurückgehen muß. Dabei ist auch noch zu bedenken, daß nicht nur die Nahrungsgrundlagen allein in den Böden für die Tiere schlechter werden, sondern daß gleichzeitig auch die physikalischen Bedingungen (wie z. B. Bodenfeuchtigkeit) für die Tiere herabgemindert werden.

Das Verhältnis der Bodentiere in Ober- und Unterboden in den drei Waldbeständen

Aus der Darstellung der schichtenmäßigen, vertikalen Verteilung der Bodentiere in den drei Beständen geht auch die Wohndichte der Tiere im Oberboden und Unterboden während des Jahres deutlich hervor. Vor allem fällt sofort auf, daß der stärkste Wechsel in der Bevölkerungsdichte von Ober- und Unterboden, mithin auch die stärksten Vertikalwanderungen des Jahres im Boden selbst sich im 14jährigen Schwarzkiefernbestand vollziehen. Dies ist leicht verständlich, da infolge der nur dünnen Streudecke im Jungkiefernbestand die Witterungsfaktoren noch ziemlich ungehindert auf die Böden einwirken können und die Fauna daher gezwungen ist in für sie ungünstigeren Zeiten (z. B. bei Trockenheit) in tieferen Bodenschichten Schutz zu suchen. In einigen der Sommermonate, weiter im September, Oktober und März wurden mehr Tiere im Unterboden als im Oberboden festgestellt. (Im Oktober und März wirkte infolge des Fehlens einer feuchtigkeitshaltenden Streuschicht in den Böden die Trockenheit der vorangegangenen Wochen noch nach.) In den beiden älteren Beständen wandert nur in den kalten Wintermonaten die Fauna in einem solchen Ausmaß in den Unterboden ein, daß die Bodentierbevölkerung des Unterbodens jene des Oberbodens überwiegt.

[Im 46jährigen Bestand in den Monaten Dezember[1]), Jänner und Februar, im 92jährigen Bestand nur im Monat Jänner.] Im 92jährigen Bestand macht während des ganzen Jahres (ausgenommen im Jänner) das Bodentierleben im Unterboden zahlenmäßig nur einen verschwindend kleinen Teil von dem des Oberbodens aus.

Die Bevölkerungsdichte des Oberbodens verhält sich zu jener des Unterbodens, wenn man die im Laufe des Jahres erhaltene Gesamttierzahl zugrunde legt wie folgt:

	14jähr. Bestand		46jähr. Bestand		92jähr. Bestand	
	Oberboden	Unterboden	Oberboden	Unterboden	Oberboden	Unterboden
Anzahl der Bodentiere .	1319	781	2230	694	2882	741
Verhältnis	1,7 : 1		3,2 : 1		3,9 : 1	

Mit zunehmender stärkerer Streuschichte in den älteren Beständen kommt es also zu einem Nachlassen der Vertikalwanderungen innerhalb des Bodens selbst. Im 92jährigen Bestand kommt es wohl in warmer, trockener Zeit zu einer starken Vertikalwanderung aus der Streu in den Boden (vgl. S. 235), aber innerhalb der oberen 10 cm starken Bodenschichte haben die Vertikalwanderungen fast aufgehört.

Eine stärker und dichter werdende Streudecke bietet also dem Boden zunehmenden Schutz gegen die schwankenden Einflüsse der Witterungsfaktoren und mildert die Extreme, insbesondere wird die Austrocknung abgebremst, die Verdunstung herabgesetzt und ein ausgeglichenes Bodenklima geschaffen.

e) Vergleich der Bodentierfauna der Nadelholzbestände mit jener des Nadelholz-Laubholz-Mischbestandes

Für die Zunahme der Bodentierwelt mit Älterwerden der Bestände sind wie in einem vorhergehenden Absatz dargelegt wurde, Umstände wie Zunahme der Nahrungsmenge in den Böden, größerer Luft- und Feuchtigkeitsgehalt der Bodenschichten, Streu als Nahrungs-, Wohn- und Schutzraum und das Alter der Besiedelung maßgebend. 1 l Boden und 1 l Streu enthielten im 46jährigen Schwarzkiefern-Eichenbestand ungefähr doppelt soviele Tiere als im 14jährigen Schwarzkiefern-

[1]) Das Überwiegen des Lebens im Unterboden im Monat Dezember im 46jährigen Bestand gegenüber dem des Oberbodens scheint verwunderlich, da in diesem Monate die Fauna der Streu bei weitem die des Bodens überwog, wird jedoch daraus erklärlich, daß die Fauna des Unterbodens sich hauptsächlich aus Jungstadien zusammensetzte, die stets empfindlicher sind als die Imagines.

bestand und halb soviele Tiere als im 92jährigen Schwarzkiefernbestand. Berücksichtigt man, daß der Altersunterschied zwischen dem 14jährigen und 46jährigen Bestand 32 Jahre, zwischen dem 46jährigen und 92jährigen aber 46 Jahre beträgt und berechnet man daraus die durchschnittliche Zunahme, die das Bodentierleben von dem jüngeren zum nächst älteren Bestand im Laufe eines Jahres erfahren mußte, so beträgt die jährliche durchschnittliche Zunahme an Tieren vom 14jährigen Schwarzkiefernbestand zum 46jährigen Schwarzkiefern-Eichen-Mischbestand 86 Tiere, vom 46jährigen Schwarzkiefern-Eichenbestand zum Altkiefernbestand aber 165 Tiere[1]). Diese beiden erhaltenen Zahlen der durchschnittlichen jährlichen Zunahme von den jüngeren zu den älteren Beständen weisen nun auf zwei Tatsachen hin. 1. Vom 46jährigen zum 92jährigen Bestand geht das Anwachsen der Tiere viel rascher vor sich, als zwischen den beiden jüngeren Beständen. In den älteren Beständen steigt also die Tierzahl mit zunehmendem Bestandesalter rascher an als in den jüngeren; dies ist damit zu erklären, daß in älteren Beständen den jährlich neu anfallenden Streumengen schon eine größere Tierzahl zur Besiedlung gegenübersteht als in jüngeren Beständen, und daß die physikalischen Eigenschaften des Wohnraumes (Boden und Streu) im älteren Bestand für die Tiere an sich bereits wesentlich günstiger sind als in den jüngeren Beständen, das gleiche gilt für den Nahrungsfaktor im weitesten Sinne des Wortes (also für phytophage und zoophag lebende Bodentiere). 2. Das beigemischte Eichenlaub hatte jedenfalls auf das zahlenmäßige Anwachsen der Bodentiere keinen solchen steigernden Einfluß, daß der Zuwachs der Bodentiermenge vom 14jährigen zum 46jährigen Bestand, dem vom 46jährigen Bestand zum 92jährigen Bestand gleichgekommen wäre; der jährliche durchschnittliche Zuwachs war im Gegenteil zwischen den beiden jüngeren Beständen halb so groß wie zwischen dem 46jährigen Bestand und dem Altbestand. Das dem Nadelabfall beigemischte Laub hatte also für die zahlenmäßige Änderung und wie später noch dargetan wird, in vielen Fällen auch auf die artenmäßige Zusammensetzung der einzelnen Tiergruppen zueinander, keinen großen Einfluß. Das Zunehmen der Bodentiere war also in diesem Fall von den physikalischen Faktoren (auf die das beigemischte Laub sicherlich bis zu einem gewissen Grade verbessernd einwirkt und damit wahrscheinlich auch einem gleich alten Kiefernbestand gegenüber eine etwas höhere Tierzahl bedingen dürfte) und der Menge der Nahrung, nicht aber von der

[1]) Diese Zahlen gelten natürlich als Durchschnittswerte. Der Zuwachs an Bodentieren wird sich mit Älterwerden der Bestände bei gleichbleibenden klimatischen Bedingungen in jedem Jahr etwas erhöhen, die Zunahme wird nicht in arithmetischer Progression erfolgen, sondern anderen Gesetzen unterliegen und sich mit Älterwerden der Bestände steigern.

Art der Nahrung abhängig [1]). Allerdings muß berücksichtigt werden, daß es sich hier um Eichenlaub handelt und dies wird nach Untersuchungen von FRANZ ebenso wie Fichtennadeln und Rotbuchenlaub nur sehr ungern von den Bodentieren angenommen. So mögen die Kiefernnadeln dem Eichenlaub bei weitem vorgezogen werden und letzteres vielleicht nur eine Rolle als Wasserspeicher und Schutzraum der Bodentiere spielen.

Die Schwankungen des Faunengehaltes im Laufe des Jahres stimmten im Schwarzkiefern-Eichenbestand in ihrem Verlauf mit denen der Nadelholzbestände überein; die Vertikalwanderungen in den einzelnen Monaten sind durch starke Wanderungen im Frühjahr und im Herbste gekennzeichnet, was wahrscheinlich der Stärke der Streudecke dieses Bestandes und den Feuchtigkeitsverhältnissen in ihr entspricht. Ein Unterschied der Nadelholzstreu gegenüber der Nadelholz-Laubholzstreu war jedoch darin gegeben, daß letztere im Monat Jänner dem einzig wirklich kalten Monat des Untersuchungsjahres nicht gefroren war, was sich auch in einer gleichmäßigeren Verteilung der Tiere im Boden und Streu und sogar in einer leichten Zunahme der Gesamttierzahl dem Vormonat gegenüber auswirkt. Überhaupt mag die beigemengte Laubstreu eine ausgleichendere Wirkung auf das Bodentierleben haben. Die Schwankungen des Faunengehaltes im Laufe des Jahres erreichen in der Nadelholz-Laubholzstreu bei weitem nicht so hohe Unterschiede zwischen den Maxima und Minima als im Kiefernaltbestand und sind auch dem Jungkiefernbestand gegenüber ausgeglichener. Es betrug die höchste und die niedrigste Bodentierzahl im Laufe des Jahres in den drei Beständen:

	Anzahl der Bodentiere in 1 Liter Boden	
	Jahresmaximum Stück	Jahresminimum Stück
14 jähriger Bestand	888 Tiere (November)	68 Tiere (Juli)
46 jähriger Bestand	943 „ (April)	110 „ (Februar)
92 jähriger Bestand	1885 „ (August)	163 „ (Juli)

Das Verhältnis der höchsten zur niedrigsten Bodentierzahl betrug also in den drei Beständen im Laufe des Jahres:

14jähriger Schwarzkiefernbestand . . . . . 12,9 : 1
46jähriger Schwarzkiefern-Eichen-Mischbestand . . . . . 8,6 : 1
92jähriger Schwarzkiefernbestand . . . . . 11,5 : 1

Der Schwarzkiefern-Eichenmischbestand weist also gegenüber den reinen Schwarzkiefernbeständen in der zahlen- und vielfach auch artenmäßigen Zusammensetzung seiner Bodentiere, sowie dem Verlauf deren monatlicher Schwankungen und vertikalen Wanderungen keine

[1]) Da gleiche Streumengen in den drei Beständen zur Untersuchung herangezogen wurden, kommt, was den Nahrungsfaktor für das Ansteigen der Tierzahlen betrifft, nur die Anreicherung an organischer Substanz in den Böden in Frage.

wesentlichen Unterschiede auf. Durch die Beimischung von Laub wird aber das erfolgende An- und Absteigen der Tierzahl unter dem Einfluß der monatlichen Witterung mehr herabgemildert, die Schwankungen also geringer, so daß der An- und Abstieg der Bodentiere im Laufe des Jahres im Mischbestand[1]) viel ausgeglichener ist als in den reinen Schwarzkiefernbeständen.

f) Das Verhalten der vier Bodentiergruppen der Myriapoden, Collembolen, Milben und Psociden in den Böden und der Sreu in den drei Waldbeständen

Vorangestellt seien zwei Tabellen.

Tabelle C gibt das mengenmäßige Vorkommen der Myriopoden, Collembolen, Milben und Psociden in einem Liter Streu, im Oberboden, Unterboden, 1 Liter Boden insgesamt und in einem Liter Boden und 1 Liter Streu in den Böden der drei untersuchten Bestände wieder.

Tabelle D gibt den prozentuellen Anteil der Myriopoden, Collembolen, Milben und Psociden in den untersuchten Bodenschichten und der Streu von der Gesamtsumme der in der jeweiligen Schicht vorhandenen Bodentiere wieder. Den Prozentsätzen liegen die Zahlen der Tabelle C zugrunde.

Tabellen C und D Seite 242

Aus diesen Tabellen geht klar hervor, daß die weitaus bedeutendste Gruppe unter den Bodentieren die Milben darstellen. Ihr Vermehrungsrhythmus, ihre Umweltsempfindlichkeit ist für die aufgefundenen Gesetzmäßigkeiten des Bodentierlebens hier bestimmend. Die Milbenfauna (Tabelle C) zeigt ein Ansteigen, das vom jüngeren zum älteren Bestand in Boden und Streu über die Verdoppelung, in der Streu sogar vom 46jährigen zum 92jährigen Bestand über die Verdreifachung der Zahl im jüngeren Bestande hinausgeht. Betrachtet man jedoch die Böden der Bestände allein, ohne Streudecke, so ergibt sich, daß der Anstieg viel langsamer und unregelmäßiger vor sich geht, der Milbengehalt des 46jährigen Bestandes beträgt nicht ganz das Dreiviertelfache der Zahl des 14jährigen, der des 92jährigen sogar nur mehr ungefähr ein Drittel der Zahl des 46jährigen Bestandes. Das Anwachsen der Milbenzahl geht also hauptsächlich in der Streu, weniger in den Böden vor sich, hier zeigt naturgemäß der Unterboden ein viel geringeres Anwachsen des Faunengehaltes als der Oberboden.

Wie aus diesen Zahlen (Tabelle C) hervorgeht, hat das raschere Anwachsen der Milbenzahl in der Streu als im Boden zur Folge, daß

[1]) Entsprechend dem biologischen Fassungsvermögen dieses Bestandes.

Tabelle C

Das zahlenmäßige Auftreten der Myriopoden, Collembolen, Milben und Psociden in den verschiedenen Schichten eines Liters Boden der obersten 10 cm starken Bodenschichte und 1 l Bodenstreu

(Summen aller Tiere aus den im Laufe eines Jahres monatlich entnommenen Proben)

	Myriopoden					Collembolen					Milben					Psociden				
	Streu	Oberboden	Unterboden	Boden	Streu u. Boden	Streu	Oberboden	Unterboden	Boden	Streu u. Boden	Streu	Oberboden	Unterboden	Boden	Streu u. Boden	Streu	Oberboden	Unterboden	Boden	Streu u. Boden
14jähriger Schwarzkiefernbestand . .	1	56	206	262	263	353	312	139	451	804	1010	925	367	1 292	2 302	15	26	69	95	110
46jähriger Schwarzkiefern-Eichenbest.	1	44	49	93	94	413	452	88	540	953	2900	1673	537	2 210	5 110	6	61	20	81	87
92jähriger Schwarzkiefernbestand . .	2	41	18	59	61	617	451	80	531	1148	9615	2364	621	2 985	12 600	2	26	22	48	50

Tabelle D

Der prozentuelle Anteil der Myriopoden, Collembolen, Milben, Psociden an der Gesamtsumme dieser Tiergruppen in den untersuchten Bodenschichten und der Streu

(Den Prozentzahlen liegen die Zahlen der Tabelle C zugrunde)

	Myriopoden					Collembolen					Milben					Psociden				
	Streu	Oberboden	Unterboden	Boden	Streu u. Boden	Streu	Oberboden	Unterboden	Boden	Streu u. Boden	Streu	Oberboden	Unterboden	Boden	Streu u. Boden	Streu	Oberboden	Unterboden	Boden	Streu u. Boden
14jähriger Kiefernbestand	0,07	24,2	26,5	12,5	7,5	25,6	23,7	17,8	21,5	23,2	73,2	70,2	46,9	61,5	66,2	1,08	1,9	8,8	4,5	3,1
46jähriger Kiefern-Eichen-Mischbest.	0,03	1,9	7,2	3,3	1,5	12,4	20,4	12,6	18,5	15,4	87,3	75,0	77,3	75,3	81,8	0,2	2,7	2,9	2,7	1,3
92jähriger Kiefernbestand	0,02	1,4	2,5	1,6	0,4	6,0	15,6	10,8	14,6	8,3	93,9	82,1	83,8	82,4	90,0	0,02	0,9	2,9	1,4	0,4

sich mit zunehmendem Bestandesalter der Milbengehalt der Streu gegenüber dem der Böden steigert, so daß im Jungbestand der Milbengehalt des Bodens wohl den der Streu, im 92jährigen Bestand aber weitaus die Milbenmenge der Streu die des Bodens überwiegt.

Das etwas raschere Anwachsen der Milbenzahl als das der Gesamtbodentierfauna in allen drei Schichten mit Älterwerden der Bestände wird dadurch erklärt, daß die Collembolenzahlen mit zunehmendem Bestandesalter in viel geringerem Maße als die der Milben zunehmen, die Myriopoden- und Psocidenfauna aber sogar zurückgeht (Tabelle C). Die Collembolenbevölkerung zeigt mit Älterwerden der Bestände im gesamten Wohnraum (Boden und Streu) eine langsame, regelmäßige Zunahme; im Boden selbst aber erfährt der Collembolengehalt vom 46jährigen zum 92jährigen Bestand eine leichte Abnahme. Die Collembolen zeigen bei weitem nicht die Streugebundenheit der Milben[1]), in den beiden jüngeren Beständen überwiegt die Collembolenzahl im Boden die der Streu, erst im 92jährigen Bestand wird durch Abnahme der Collembolenzahl im Boden gegenüber einer Zunahme in der Streu das Collembolenleben in der Auflageschicht größer. Die Myriapoden und Psociden verbringen zum weitaus größten Teile ihr Leben im Boden, vor allem die Myriopodenart *Scutigerella immaculata* könnte man als Leittier der Bodenschicht bezeichnen, diese Tierart hält sich im 14jährigen und 46jährigen Bestand auch zum größeren Teile im Unterboden auf. Bei den Psociden ist dies nur im jüngsten Bestand der Fall.

Durch die verschiedenen Bevölkerungsbewegungen der vier Tiergruppen mit zunehmendem Bestandesalter muß sich auch das Verhältnis dieser Gruppen zueinander von den jüngeren zu den älteren Beständen verschieben. Es muß die Milbenbevölkerung, die mit zunehmendem Bestandesalter den steilsten Anstieg, d. h. die stärkste Zunahme der Bevölkerungsdichte, zeigt, in den älteren Beständen immer mehr und mehr gegenüber den anderen Tiergruppen vorherrschen.

Wie aus Tabelle D hervorgeht, steigt im Boden und der daraufliegenden Streu zusammengenommen vom 14jährigen zum 92jährigen Bestand der Milbenanteil der Bevölkerung von 66,2 auf 90,9 % an, der Collembolenanteil sinkt von 23,2 auf 8,3 %, der Myriopoden-Psocidenanteil von 7,5 % und 3,1 % auf 0,4 % ab. Die Collembolenbevölkerung erfährt also, wiewohl ihre wirklichen Zahlenwerte (Tabelle C) ansteigen infolge des viel stärkeren Ansteigens des Milbengehaltes, gemessen an der Gesamttierzahl, einen prozentuellen Abstieg.

[1]) Zu ähnlichen Feststellungen kam Volz, bei vergleichender Untersuchung der Collembolen und Milbenbevölkerung im Auwaldboden. Er schreibt darüber: „Die Milben als gesamte Gruppe genommen, gehören mehr der Laubstreufauna an, die Collembolen mehr der Bodenfauna."

In der Streu zeigen sich natürlich infolge des hier noch viel rascheren Anwachsens der Milbenbevölkerung gegenüber jener der Collembolen diese Verhältnisse noch verschärft (so steigt die Milbenbevölkerung von 73,2 auf 93,9 % an und die Collembolenbevölkerung sinkt von 25,6 auf 6,0 % ab), im Boden abgeschwächt (die Milbenbevölkerung steigt hier von 61,5 auf 82,4 % an, die Collembolenbevölkerung sinkt von 21,5 auf 14,6 % ab). Die Myriopoden und Psociden sind in der Streu nur mit wenigen Tieren vertreten. Im Boden selbst ist (Tabelle D) im 14jährigen Bestand der Anteil der Milbenbevölkerung an der Gesamtzahl der Myriopoden, Collembolen, Milben und Psociden im Unterboden viel kleiner als im Oberboden, erreicht aber in beiden Bodenschichten in den beiden älteren Beständen ungefähr den gleichen Prozentgehalt. Der Collembolenprozentsatz ist in allen Fällen im Oberboden größer als im Unterboden und sinkt in den beiden Bodenschichten mit Älterwerden der Bestände ab. Der prozentuelle Anteil der Myriopoden an der Bevölkerung des Unterbodens ist in allen drei Beständen größer als der des Oberbodens, im Unterboden zeigt sich auch das Absinken der Myriapodenbevölkerung mit zunehmendem Bestandesalter viel schärfer; auch bei den Psociden ist der prozentuelle Anteil an der Bevölkerung des Unterbodens in allen drei Beständen größer als der des Oberbodens, bei dieser Tiergruppe erfährt aber die Bevölkerung im Unterboden des 46jährigen Bestandes einen sowohl zahlenmäßigen als prozentuellen Anstieg.

Es verschiebt sich jedoch in allen Fällen (Tabelle C und D) mit zunehmendem Bestandesalter das Verhältnis der Bodentiere zueinander eindeutig zugunsten der Milben, es sagt also die zunehmende Streudecke hauptsächlich der Lebensart der Milben zu; die hier wahrscheinlich optimale Umwelt- und Nahrungsverhältnisse vorfinden. Die Collembolen erfahren im gesamten wohl auch noch eine schwache Zunahme der Bevölkerung (Tabelle C), während die Zahlen der vorwiegend bodenbewohnenden Myriopoden und Psociden abnehmen. Die zunächst geringere Zunahme der Collembolen in der Streu hängt wahrscheinlich mit ihrer größeren Trockenheitsempfindlichkeit zusammen, erst in der dichten Streudecke des 92jährigen Bestandes findet eine verstärkte Collembolenzunahme (Tabelle C) statt. Für die vorwiegend im Boden selbst wohnenden Myriopoden und Psociden werden vielleicht die Lebensverhältnisse durch die darauflagernde Streudecke ungünstiger.

Mit der Zunahme eines Faktors muß sich also auch jene Tierart vor allem vermehren, für die eben diese Zunahme eine besondere günstige Gestaltung der Lebensbedingungen bedeutet. Genauere Untersuchungen über die Anpassung an die Umweltsverhältnisse der einzelnen Arten der in Streu und Boden festgestellten Tiergruppen liegen vielfach nicht vor, doch darf angenommen werden, daß die physikalischen Verhältnisse der Streu namentlich den Milben zusagen und

für sie (wie dies auch bei einzelnen Arten durch Untersuchungen nachgewiesen wurde) die Streu direkt als Nahrungsquelle dient. Die übrigen Tiergruppen sind mit Ausnahme der Collembolen wahrscheinlich den neuen Umweltsverhältnissen in der Streu nicht so angepaßt.

In den drei Waldbeständen sind in allen Fällen die Milben die überwiegende Tiergruppe, die Bevölkerung findet sich jedoch am gleichmäßigsten verteilt im jüngsten Bestand und da vor allem im Boden. Mit Älterwerden der Bestände wird das Vorherrschen der Milben immer stärker, so daß namentlich in der Streu des 92jährigen Bestandes die übrigen Tiergruppen nur mehr einen geringen Anteil der Gesamtbevölkerung ausmachen (Tabelle F).

g) Übersicht über die artliche Zusammensetzung, Verteilung, Lebensweise und bodenbildende Tätigkeit der gesamten in den Dünen und Flugsandaufforstungen des Marchfeldes in Boden und Streu festgestellten Fauna

Es soll nun im folgenden eine Übersicht über die Tierwelt der Flugsandaufforstungen, soweit sie sich aus den im Laufe des Jahres entnommenen Proben feststellen ließ, artenmäßig gegeben werden und auch auf die Häufigkeit ihres Vorkommens in den drei Waldbeständen und den untersuchten Bodenschichten hingewiesen werden. Die aus der Düne festgestellten Tierarten werden infolge ihrer geringen Zahlen in einer eigenen Tabelle, die an die Liste angeschlossen wird, angeführt.

Verzeichnis

der im Marchfeld bei den Bodentierauslesen erhaltenen Arten, Gattungen, Familien und Ordnungen von Tieren, sowie die Häufigkeit ihres Vorkommens in den drei untersuchten Waldbeständen und ihre Verteilung in den untersuchten Bodenschichten und der Streu.

Scolecida

Nematodes . . . . . Nematoden. Vereinzelt, alle drei Waldbestände, Streu und Oberboden.

Annelida

Oligochaeta . . . . . Lumbriciden. Sehr vereinzelt, alle drei Waldbestände, Streu und Oberboden.
Enchytraeiden. Häufiger, alle drei Waldbestände, bevorzugen Streu des Kiefer-Eichenbestandes.

Arthropoda

Arachnoidea . . . Microspinnen. Häufiger, alle drei Waldbestände, bevorzugen Streu.

Araneida . . . . . Jungspinnen. Häufiger, alle drei Waldbestände, bevorzugen Streu.
Salticiden (jung). Ganz vereinzelt, Streu und Boden[1]).
Gnaphosiden. Ganz vereinzelt, Streu.

Hahniidae . . . . . *Hahnia* sp. (jung). Ganz vereinzelt, Boden.
Ageleniden. Ganz vereinzelt, Boden und Streu.
Linyphiiden. Ganz vereinzelt, Boden und Streu.

Pseudoscor pionidea . *Chelifer* sp. Ganz vereinzelt, Boden.
Cheliferidae

[1]) Sofern bei „Boden" nicht ein genauerer Hinweis gegeben wird, handelt es sich um Oberboden (0—7 cm).

Acarina

Parasitiformes . . Mesostigmata
Veigaia nemorensis (C. L. Koch). Sehr häufig, alle drei Waldbestände, bevorzugt Boden.

Parasitidae . . . . .
Veigaia Leruthi Willmann. Ganz vereinzelt, Streu und Boden.
Pergamasus parvulus B. und *parvulus* B. var. *dilatellus*; „ *decipiens* B. var. *Germanicus* B.; „ *bidens* Sell. N. sp.; „ *crassipes* var. *Longicornis* Berl.; „ *Noster* Berl. — Die Gattung recht häufig, alle drei Waldbestände, bevorzugen Streu (Kiefer, Eiche).

Laelaptidae . . . . .
Haemolaelaps oculatus Oudemans. Mehr vereinzelt, alle drei Waldbestände, vorwiegend Streu.
Cosmolaelaps vaccuus Michael var. *emsiger* Berl. Ganz vereinzelt, Boden.

Ascaidae . . . . . .
Zercon triangularis (C. L. Koch). Recht häufig, alle drei Waldbestände, bevorzugt Boden.
Zercon spatulatus (C. L. Koch). Häufiger in der Streu der zwei älteren Waldbestände. Jänner und März.
Amblyseius obtusus (C. L. Koch). Ganz vereinzelt, Streu.
Leioseius venustulus Ber. Vereinzelt, Streu und Boden, Unterboden.
Microsejus sp. Vereinzelt, Streu.

Trombidiformes
Tarsonemi
Scutaridae . . . . .
Stomatostigmata
Imparipes hystricinus Berlese. Seltener, Altkiefernbestand, vorwiegend aus Streu erhalten.

Rhagidiidae . . . .
Prostigmata
Rhagidia unidentata Willmann; „ *spelacea* Wankel; „ *mordax* Oudemans; *Coccorhargidia clavifrons* R. Can. — Beide Gattungen sehr häufig, alle drei Waldbestände, bevorzugen Boden.

Rhaphignathidae . .
Ledermüllaria segnis (C. L. Koch). Häufiger in den Winter- und Frühjahrsmonaten, alle drei Waldbestände, vorwiegend in Streu.

Eupodidae . . . . .
Eupodes Berlesei S. Thor; „ *cornifer* (O. F. Müller); „ *variegatus* (C. L. Koch); *Cocceupodes clavifrons* R. Can. — Die beiden Gattungen häufiger, alle drei Waldbestände, bevorzugen Boden.

Tydidae . . . . . .
Tydeus acutus Berl.; „ *croceus* L.; *Coccotydeus tenuiclaviger* S. Thor. — Beide Gattungen sehr häufig, alle drei Waldbestände, bevorzugen Streu.

Cunaxidae . . . . .
Cunaxia Taurus (Kramer). Seltener, alle drei Waldbestände, Streu und Boden.

Bdellidae . . . . .
Scirpus sp. Seltener, Winter- und Frühjahrsmonate, bevorzugt Streu.

Trombidiidae . . . .
Microtrombidium pulcherimum Haller. Vereinzelt, Streu und Boden.

Sarcoptiformes
Tyroglyphidae . . .
Tyroglyphus sp. Seltener, Winter- und Frühjahrsmonate, Streu.

Rhizoglyphidae . . .
Schwiebea Talpa Oudemans. Seltener, Winter- und Frühjahrsmonate, 46- und 92jähr. Bestand, bevorzugt Streu.

Glyciphagidae. . . .
Oribatei
Glyciphagus sp. Vereinzelt, bevorzugt Unterboden.

Pelopidae . . . . .
Pelops acromius (Hermann). Ganz vereinzelt, Boden und Streu.

Notaspidae . . . . .
Scheloribates latipes Sell.; „ *confundatus* Sell. — Häufiger in den Frühjahrs- und Wintermonaten, alle drei Waldbestände, bevorzugen Streu.

Malaconothridae . . . *Nothrus silvestris* Nicolet. Sehr häufig, alle drei Waldbestände, bevorzugt Kiefernstreu.
Camisia segnis (Hermann). Häufiger, 14- und 92jähr. Kiefernbestand, bevorzugt Streu.
Camisia biverrucata (C. L. Koch). Ganz vereinzelt, Streu und Boden.

Hypochthonidae . . . *Brachychthonius Berlesei* Willm. Vereinzelt, 46- und 92jähr. Bestand, Streu und Boden.
Brachychthonius brevis Mich. Häufiger in den Frühjahrsmonaten, 46- und 92jähr. Bestand, Streu und Boden.

Zetorchestidae . . . *Zetorchestes micronychus* Berlese. Seltener, alle drei Waldbestände, Streu und Boden.

Neolididae . . . . . *Cymbaeremaeus cymba* Nicolet. Ganz vereinzelt, Boden.

Liacaridae . . . . . *Adoristes ovatus* Koch. Sehr häufig, alle drei Waldbestände, bevorzugt Streu.
Liacarus fuscus (C. L. Koch). Ganz vereinzelt, Streu und Boden.

Damaeidae . . . . . *Gymnodamaeus Bicostatus* (C. L. Koch), Recht häufig, alle drei Waldbestände, bevorzugt Streu.

Phtiracaridae . . . . *Oribiotria ardua* (C. L. Koch). Häufiger, alle drei Waldbestände, bevorzugt Boden.
Phtiracarus piger Scopoli. Vereinzelt, Boden.

Damaeosonidae . . . *Oppia Neerlandica* (Oudemans) } Sehr häufig, alle drei Waldbestände, bevorzugt Streu.
„ *ornata* (Oudemans) }
„ *minutissima* Sell. n. sp. }
Ferner fanden sich noch in den einzelnen Proben: *Parasiticus* sp., *Pygmephorus inconspicuus* B., *Tarsonemus* sp. und *Chamobates Schützei* Oudemans.

Myriopoda
Symphila
Scolopendrellidae . . *Scutigerella immaculata* Newp. Sehr häufig, in allen drei Waldbeständen, namentlich im 14jähr. Bestand, vorwiegend im Boden, namentlich Unterboden.

Diplopoda
Polyxenidae . . . . *Polyxenus lagurus* L. Ganz vereinzelt, Streu.

Chilopoda
Geophilidae . . . . *Chlinopodes flavidus* Koch. Ganz vereinzelt, Streu.
Schendyla nemorensis. Vereinzelt, bevorzugt Boden.

Lithobiidae. . . . . *Lithobius* sp. Ganz vereinzelt, Streu und Boden.

Apterygogenia
Collembola
Arthropleona
Hypogastruridae. . . *Hypogastrura armata* Nic. Häufig, Kiefernbestände, bevorzugt Streu.
Xenylla mucronata Axels. Häufiger, alle drei Waldbestände, bevorzugt Streu.

Achorutidae . . . . *Pseudachorutes corticicola* Krausb. Ganz vereinzelt, Boden.
Achorutes muscorum Templ. Häufiger, 46- und 92-jähr. Bestand, bevorzugt Streu.

Onychiuridae . . . . *Onychiurus fimetarius* Hdsch. Sehr häufig, alle drei Waldbestände, bevorzugt Boden.
Tullbergia krausbaueri Börner. Sehr häufig, alle drei Waldbestände, bevorzugt Boden.

Isotomidae . . . . . *Isotoma cinerea* Nic. Vereinzelt, Streu und Boden.
Isotoma notabilis Schäffer. Sehr häufig, alle drei Waldbestände, bevorzugt Boden.

Entomobryidae . . . *Entomobrya* sp. (jung). Vereinzelt, Streu.
Entomobrya muscorum Nic.?. Vereinzelt, Streu.
Entomobrya sp. (jung) wohl *nivalis* L. Häufig, alle drei Waldbestände, bevorzugt Boden.

Entomobryidae . . . *Entomobrya nivalis* L. Sehr häufig, alle drei Waldbestände, bevorzugt Streu.
Entomobrya nivalis L. f. *dorsalis* Agren. Vereinzelt, Streu.
Entomobrya nivalis L. v. *immaculata* Schäffer. Vereinzelt, Streu.
Entomobrya nivalis L. v. *maculata* Schäffer. Häufiger, 46- und 92jähr. Bestand, bevorzugt Streu.
Lepidocyrtus paradoxus Uzel. Vereinzelt, Streu.
Lepidocyrtus cyaneus Tullb. Vereinzelt, Streu und Boden.
Lepidocyrtus lanuginosus Tullb. Häufiger, alle drei Waldbestände, bevorzugt Streu.
Orchesella bifasciata Nic. (jung). Vereinzelt, Streu.
Orchesella cincta Lubb. Vereinzelt, bevorzugt Streu.
Orchesella flavescens Bourl. f. melanocephala Nic. Vereinzelt, bevorzugt Streu.

Tomoceridae . . . . *Tomocerus* sp. (jung). Häufiger, bevorzugt Boden.
Tomocerus flavescens Tullb. (jung). Häufiger, 46- und 92jähr. Waldbestand, bevorzugt Streu.

Symhypleona
Neelidae . . . . . *Megalothorax minimus* Willem. Vereinzelt, Streu und Boden.

Sminthuridae . . . . *Sminthurus aureus* Lubb. Vereinzelt, bevorzugt Streu.
Sminthurus flaviceps Tullb. f. *fennica* Reuter. Häufiger, alle drei Waldbestände, bevorzugt Streu.

Insecta
Corrodentia
Copeognatha
Psociden . . . . . *Troctes silvarum* Kolbe. Sehr häufig, alle drei Waldbestände, namentlich Jungbestand, bevorzugt Boden (Unterboden).
Tichobia alternans Kolbe. Vereinzelt, Streu.
Caecilius burmeisteri Brauer. Vereinzelt, Boden.

Thysanopteren
Thripidae . . . . . *Limothrips denticornis* Haliday. Häufiger in der Streu aller drei Waldbestände, August bis April.
Franklinella intonsa Trybom. Seltener, Streu, September bis April.
Thrips physapus L. Vereinzelt, Streu.
Thrips validus Uzel. Vereinzelt, Streu.

Phloeothripidae . . . *Haplothrips aculeatus* Fabr. Häufiger in der Streu aller drei Waldbestände, August bis März.

Rhynchota
Hemiptera . . . . *Anthocoridenlarve.* Vereinzelt, Streu und Boden.

Capsidae . . . . . *Lygus pubescens.* Vereinzelt, Streu.

Pentatomidae . . . . *Eurygaster testudinaria* Geoffr. Vereinzelt, Streu.
Dolycoris baccarum L. Vereinzelt, Streu.
Eurydema oleraceum L. Vereinzelt, Streu.

Homoptera . . . . . *Aphidide.* Vereinzelt, Streu.

Neuroptera . . . . . *Raphididenlarven.* Vereinzelt, Streu.

Lepidoptera
Gracilaridae . . . . *Lithocolletis* sp. Vereinzelt, Boden.

Hyponomeutidae . . *Argyrestia certella* Z.?. Vereinzelt, Streu.

Diptera
Sciaridae. . . . . *Sciara (Sycoria)* sp. Häufiger, alle drei Waldbestände, bevorzugt Streu.

Tachinidae . . . . . *Pollenia vespillo* Fabr. Vereinzelt, Streu.

Muscidae . . . . . *Fannia* sp. Vereinzelt, Streu.

Chloropidae . . . . *Drosophila* sp. Vereinzelt, Streu.

Dipterenlarven *Cecidomyidenlarven.* Häufig, alle drei Waldbestände, vorwiegend Streu.

Dipterenlarven	*Tipulidenlarven.* Vereinzelt, Streu.
	Chloropidenlarnen? Vereinzelt, Streu.
	Muscidenlarven. Vereinzelt, Streu.
Coleoptera	
Carabidae	*Trechus quadristriatus* Schrank. Vereinzelt, Streu.
Staphylinidae	*Oxypoda vittata* Maerk. Vereinzelt, Streu.
	Oxypoda praecox Er. Vereinzelt, Streu.
	Atheta sp. Vereinzelt, Streu.
	Amischa analis Gravh. Vereinzelt, Boden.
	Meotica pallens Redtb. Boden.
	Atheta (Dimetrota) livida Muls. Rey. Vereinzelt, Boden.
	Atheta (Acretona) fungi var. *orbata* Er. Vereinzelt, Streu.
	Conosoma testaceum Fabr. Vereinzelt, Streu.
	Conosoma immaculatum Steph. Vereinzelt, Streu.
	Tachyporum nitidulus Fabr. Vereinzelt, Boden.
	Mycetoporus clavicornis Steph. Vereinzelt, Streu.
	Philonthus fuscipennis Mannh. Vereinzelt, Streu.
	Gabrius vernalis Gravh. Vereinzelt, Streu und Boden.
	Othius punctulatus Goeze. Vereinzelt, Streu.
	Othius lapidicola Kiesw. Vereinzelt, Streu.
	Xantholinus longiventris Heer. Vereinzelt, Streu.
	Bledius nanus Er. Vereinzelt, Boden.
	Oxytelus nitidulus Gravh. Vereinzelt, Boden.
	Oxytelus tetracarinatus Bock. Vereinzelt, Boden.
	Oxytelus hamatus Fairm. et Laboulb. Vereinzelt, Streu.
Pselaphidae	*Trinium brevicorne* Reichb. Vereinzelt, Streu.
Silphidae	*Agathidium laevigatum* Er. Vereinzelt, Streu.
Cryptophagidae . . .	*Atomaria pusilla* Payk. Vereinzelt, Streu.
Phalacridae.	*Eustilbus atomarius* L. Vereinzelt, Streu.
Lathridiidae	*Lathridius minutus* L. Vereinzelt, Boden.
	Lathridius transversus Ol. Vereinzelt, Streu.
	Cartodere argus Reitt. Vereinzelt, Boden.
	Cartodere filiformis Gyllh. Vereinzelt, Boden.
	Corticaria sp. Vereinzelt, Boden und Streu.
Coccinellidae	*Coccinella quatuordecimpunctata* L. Häufiger, Streu.
Dermestidae	*Anthrenus scrophulariae* L. Vereinzelt, Streu.
Ptinidae	*Ptinus fur* L. Vereinzelt, Streu.
	Ptinus brunneus Duft. Vereinzelt, Boden.
Alleculidae.	*Omophlus rufitarsis* Leske. Vereinzelt, Streu.
Anthicidae	*Notoxus monoceros* L. Vereinzelt, Boden.
Cerambycidae. . . .	*Pogonochaerus decoratus* Fairm. Vereinzelt, Streu.
Chrysomelidae . . .	*Chaetocnema concinna* Marsh. Vereinzelt, Streu.
	Chaetocnema tibialis Ill. Vereinzelt, Streu.
	Haltica quercetorum L. Vereinzelt, Streu.
	Phyllotreta nemorum L. Häufiger, Streu.
	Phyllotreta undulata Kutsch. Vereinzelt, Streu.
	Phyllotreta vittula Redt. Häufiger, Streu.
	Phyllotreta cruciferae Goeze. Vereinzelt, Streu.
	Phyllotreta atra Fab. Vereinzelt, Streu.
	Aphthona cyanella Redt. Vereinzelt, Streu.
	Aphthona euphorbiae Schr. Vereinzelt, Streu und Boden.
	Psylliodes luteola Müll. Vereinzelt, Streu.
Cassidae	*Cassida rubiginosa* Müll. Vereinzelt, Streu.
	Cassida nobilis Lin. Vereinzelt, Streu.
Curculionidae. . . .	*Brachyderes incanus* L. Vereinzelt, Streu
	Otiorrhynchus raucus F. Vereinzelt, Streu.
	Sitona lineata L. Vereinzelt, Streu.
	Ceuthorrhynchus picitarsis G. Vereinzelt, Streu.
	Apion seniculus Kb. Vereinzelt, Streu.

Curculionidae	*Apion filirostre* Kb. Vereinzelt, Streu.	
	Apion apricans Illsf. Vereinzelt, Streu.	
Käferlarven	*Staphylinidae (Atheta* sp., *Gyrophaena* sp., *Philonthus* sp., *Xantholinus* sp.)	Häufig, in allen drei Waldbeständen, vorwiegend Böden.
	Elateridae (Limonius sp., *Athous subfuscus* Müll., *Elater* sp.)	
	Cantharidae (Malthinus sp., *Malthodes* sp.)	
	Anobiidae (Ernobius sp.)	
Hymenoptera		
Chalcididae	*Rhopus testaceus* Ratz. Vereinzelt Boden.	
	Megastigmus sp. Vereinzelt, Boden.	
Proctotrupidae . . .	*Trichopria* sp. Vereinzelt, Boden.	
	Platygaster sp. Vereinzelt, Boden und Streu.	
	Telenomus laeviusculus Ratz. Vereinzelt, Boden.	
Formicidae.	*Leptothorax Nylanderi* Fö. Häufig.	
	Stenamma Westwoodi Westw. Vereinzelt.	
	Myrmica rugulosa Nyl. Vereinzelt.	
Mollusca		
Gastropoda		
Landschnecken	Vereinzelt.	

Düne*)

Arthropoda

Arachnoidea

Ageleniden (jung).

Araneida

Linyphiiden (jung).

Acarina

Parasitiformes

Parasitidae . .	*Veigaia nemorensis* (C. L. Koch).
Laelaptidae . .	*Haemolaelaps oculatus* (Oudemans).

Trombidiformes

Rhagidiidae .	*Rhagidia* sp.
Tydidae . . .	*Tydeus* sp.

Sarcoptiformes

Tyroglyphidae.	*Tyroglyphus* sp.
Rhizoglyphidae	*Schwiebea talpa* (Oudemans).
Glyciphugidae .	*Glycyphagus* sp.
Liacaridae . .	*Adoristes ovatus* Koch.

Apterygogenia

Collembola

Arthropleona

Onychiuridae .	*Onychiurus fimetarius* Hdschn.
Isotomidae . .	*Isotoma notabilis* Schäffer.

Insecta

Corrodentia

Copeognatha

Psocidae . . .	*Troctes silvarum* Kolbe.

Rhynchota

Hemiptera

Capsidae . . .	*Lygus pubescens* Reut.

Coleoptera

Staphylinidae .	*Bledius nanus* Er.
Lathridiidae .	*Cartodere filiformis* Gyllh.

*) Alle angeführten Arten nur vereinzelt vorhanden.

Außer den vier besprochenen Tiergruppen, den Myriapoden [1]), Collembolen, Milben und Psociden [1]), an denen die hier festgestellten Gesetzmäßigkeiten des Bodentierlebens aufgezeigt wurden, enthält die Faunenliste noch eine Reihe von Tieren, die nur zum geringen Teil ständige Bodenbewohner sind, und sich nicht dauernd, sondern zumeist nur eine bestimmte Zeit ihres Lebens oder gar nur gelegentlich in den Böden aufhalten (Entwicklungsstätte, Nahrungsstätte, Schutzaufenthalt) [2]).

[1]) Von den Myriapoden und den Psociden wurde nur die häufigste Art zur Aufstellung der Gesetzmäßigkeit des Bodentierlebens herangezogen.

[2]) Ausgenommen sind hiervon die Ameisen, die ausgehend von festen Wohnstätten im Boden, in, auf und über diesem ihre Nahrung suchen.

An Hand der Faunenliste sollen nun in systematischer Reihenfolge die einzelnen Tiergruppen hinsichtlich der Häufigkeit ihres Vorkommens, ihrer Verteilung an den vier Standorten und den drei in den Beständen unterschiedenen Schichten, sowie ihrer vermutlichen Lebensweise und ihrer Bedeutung für die Bodenbildung [1]) besprochen werden.

Von den Würmern wurden aus der Düne und den drei Waldbeständen die in vielen Böden so häufigen Nematoden nur gelegentlich und da nur in sehr geringer Anzahl erhalten, in kleinen Aufschwemmungsproben aus den Böden konnten überhaupt keinerlei Nematoden festgestellt werden. So dürften die Dünen und darauf aufgeforsteten Bestände tatsächlich nur eine geringe Anzahl von Nematoden enthalten und diese daher für die Bodenbildung in den untersuchten Beständen von geringer Bedeutung sein. Nach Micoletzki (zitiert nach Ulrich) „befinden sich die freilebenden Erdnematoden hauptsächlich in den oberen Bodenschichten, am meisten unter dichter Pflanzendecke und reichem Wurzelgeflecht". Da eine dichte Decke von Bodenpflanzen und somit ein dichtes Wurzelgeflecht ebenso, wie in den von Ulrich untersuchten Beständen auch in den Flugsandaufforstungen des Marchfeldes nicht vorhanden ist, mag dies vielleicht der Grund für das geringe Vorhandensein der Nematoden sein.

Lumbriciden wurden ebenfalls aus den Proben nur selten erhalten [2]).

Häufiger schon, jedoch fast ausschließlich nur in der Streu des Schwarzkiefern-Eichen-Mischbestandes und zwar im Spätherbst und gegen das Frühjahr zu, fanden sich Enchytraeiden vor. Nach Franz sind sämtliche Enchytraeiden Humusproduzenten. Sie nehmen mit der organischen Nahrung gleichzeitig ganz beträchtliche Mengen anorganischer Substanz auf, ihr Kot enthält ein inniges Gemenge von anorganischen und organischen Bestandesteilen. Fourman stellte Enchytraeiden als mitbeteiligt beim Abbau von Stubben fest. So dürften in den Beständen der Flugsandböden die da vorhandenen Enchytraeiden namentlich zum Abbau der Eichenstreu beitragen.

Die Arachnoidea stellen durch die in den Böden und der Streu häufig vorhandenen Milben, die am zahlreichsten vertretene Tiergruppe dar. Außerdem fanden sich in der Streu und vereinzelt auch in Proben der Waldböden und der Düne öfters Spinnen vor, vor allem Jungspinnen und Microspinnen. Die Microspinnen dürften vermutlich zu den dauernden Bodenbewohnern gehören, sie und die anderen in der Streu und auch in den Böden sich nur gelegentlich aufhaltenden oder bestimmte Stadien ihrer Entwicklung dort verbringenden Spinnen stellen wohl räuberisch den in den Böden und der Streu vorhandenen kleinen Tieren nach.

[1]) Bodenbildend wirken nach Franz die Kleinlebewesen durch Bildung humoser Stoffe aus Bestandesabfall und deren Vermengung mit den anorganischen Bodenbestandteilen.

[2]) Sonst sind Regenwürmer im Marchfeld jedoch recht häufig.

Abb. 2. *Pergamasus* sp.

Die Milben überwiegen schon in den Böden alle übrigen vorhandenen Tiere, in der Streu nehmen ihre Zahlen weiterhin sprunghaft zu, so daß alle übrigen Tiergruppen nur mehr einen kleinen Prozentsatz der Milben ausmachen. In den Dünenböden sind auch die Milben nur spärlich vertreten.

Die festgestellten Arten gehörten den drei Unterordnungen Parasitiformes, Trombidiformes und Sarcoptiformes an und zwar 16 Arten den Parasitiformes (darunter 11 den Gamasinen), 19 den Trombidiformes und 23 den Sarcoptiformes (darunter 16 den Oribatiden). Von den Parasitiformes waren am häufigsten die Gattungen *Veigaia, Pergamasus*

Abb. 3. *Adoristes ovatus* Koch

und *Zercon* vertreten und zwar bevorzugten *Veigaia* die Böden, *Zercon* und *Pergamasus* die Streu als Aufenthaltsort. Die Trombidiformes gehören vor allem zu den Gattungen *Rhagidia* und *Coccorhagidia, Eupodes* und *Cocceupodes, Tydeus* und *Coccotydeus*. Die ersteren vier genannten Gattungen überwogen in den Böden, waren jedoch auch in der Streu zahlreicher vertreten; die beiden letztgenannten bevorzugten die Streu, wanderten jedoch in trockenen Zeiten (September) auch stark in die Böden ein. Häufig unter der Milbenfauna (sowohl arten- als auch zahlenmäßig) waren die Oribatiden vorhanden, vor allem *Adoristes ovatus* Koch und Arten der Gattung *Oppia*, ferner *Nothrus silvestris* Nicolet, *Gymnodamaeus bicostatus* (C. L. Koch) und *Oribotria ardua* (C. L. Koch). Mit Ausnahme von *Oribotria ardua* zogen sämtliche häufige Oribatidenarten die Streu den Böden als Aufenthaltsort vor.

Abb. 4. *Nothrus silvestris* Nic.

Bezüglich der Verteilung in den drei untersuchten Waldbeständen fanden sich die meisten häufigeren Arten an allen drei Standorten — natürlich der Dichte der Streudecke nach — zahlenmäßig abgestuft — vertreten. Zwei Arten, *Nothrus silvestris* und *Oribotria ardua*, bevorzugten die reine Kiefernwaldstreu, die Gattung *Pergamasus* die Kiefern-Eichen-Mischwaldstreu. Nur eine Art, *Camisia segnis*, wurde ausschließlich aus der reinen Kiefernstreu erhalten.

Soweit aus der Literatur (Sellnick, Willmann, Vitztum) festgestellt werden konnte, wird für die meisten der vorgefundenen Milbenarten als Aufenthaltsort Moos, moderndes Laub, modernde pflanzliche Substanz, unter Baumrinde, unter Steinen, moderndes Holz usw. angeführt. *Haemolaelaps oculatus* ist Bewohner unterirdischer Warmblüternester, *Cosmolaelaps vacuus* wurde in Ameisennestern festgestellt, *Pygmephorus inconspicuus* gehört zu den Krätzmilben und die Tiere der Gattung *Tarsonemus* sind überwiegend

Abb. 5. *Gymnodamaeus bicostalus* C. L. Koch

Bewohner von Pflanzengallen.

Bei der Gruppe der Oribatiden wird für alle Arten als Aufenthaltsort Moos angegeben, bei einigen außerdem noch Laub, Holz, Flechten. *Scheloribates confundatus, Nothrus silvestris* und *Oppia neerlandica* werden als sehr feuchtigkeitsliebend bezeichnet, für die beiden ersteren werden feuchte Stellen im Moos, für *Oppia neerlandica* nasses Sumpfmoos als Stellen ihres Vorkommens angeführt.

Im Marchfeld handelt es sich nun um mehr trockene Waldböden, denen eine Moosdecke gänzlich fehlt. Das Vorkommen gerade dieser Arten im Marchfeld weist darauf hin, daß wohl diese Milben verschiedenen Biotypen angehören können. Bemerkenswert ist auch, daß von den in den Waldböden des Marchfeldes vorgefundenen Milbenarten eine ganze Reihe von FRENZEL auch in Wiesenböden festgestellt wurde. So die Arten: *Brachychthonius, brevis, Br. berlesei, Nothrus sylvestris, Camisia segnis, Oppia neerlandica, Scheloribates latipes, Sch. confundatus, Chamobates schützi, Pergamasus crassipes, P. parvulus, Veigaia nemorensis, Amblyseius obtusus, Zercon triangularis, Imparibes hystricinus,*

Abb. 6. *Oribotria arcua* C. L. Koch

Rhagidia mordax, *Eupodes variegatus*, *Nanorchestes arboriger*, *Tydeus*, *Cocctydeus*. Davon wurden die Arten *Brachychthonius brevis*, *Schelo, ribates latipes Pergamasus crassipes* und *parvulus, Veigaia nemorensis-Amblyseius obtusus*, und *Zercon triangularis* in sämtlichen untersuchten Wiesen vorgefunden. *Oppia neerlandica* wurde auf einer trockenen Wiese aus den entnommenen Proben erhalten, *Nothrus silvestris* und *Scheloribates confundatus* aus Borstengrasmatten, bei den beiden letzteren nimmt jedoch FRENZEL an, daß sie aus umliegenden Wäldern und Mooren eingewandert sein dürften.

Viele festgestellten Arten besitzen weite Verbreitung. Als selten werden von WILLMANN *Camisia biverrucata* (C. L. KOCH) [Regensburg, Rhön, England], *Zetorchestes micronychus* Berlese [in Deutschland nur in Ostpreußen], *Liacarus fuscus* (C. L. KOCH) und *Gymnodaemaeus bicostatus* (C. L. KOCH [Ostpreußen, Süddeutschland] angeführt. Außerdem fanden sich im Marchfeld zwei für die Wissenschaft neue Milbenarten, *Pergamasus bidens* Sell. und *Oppia minutissima* Sell., die von Dr. SELLNICK beschrieben werden sollten [1]).

Was die Erzeugung von Humusstoffen betrifft, sind die bodenbildenden Milben eine der wichtigsten Tiergruppen. Namentlich die Oribatiden sind an dem Abbau von organischen Abfallstoffen beteiligt. Nach FRANZ wurde bei Fütterungsversuchen mit Fallaub dieses von Oribatiden benagt und dabei ein gitterartiges Fraßbild erzeugt. Bestimmte Oribatiden gehören ferner zu jenen Tieren, die FOURMAN beim Abbau der Holzsubstanz beobachtete. Ich selbst konnte die in den Waldbeständen der Flugsandböden häufigste Milbenart, die Oribatide *Adoristes ovatus* Koch des öfteren beim Benagen von Kiefernnadeln feststellen. Spätere Fütterungsversuche von mir mit Oribatiden ergaben, daß auch frisches Fallaub von diesen angenommen wird. So können die Oribatiden der Kiefernwaldstreu mit Sicherheit als mit beteiligt am Abbau der Streusubstanz und der Erzeugung von Humusstoffen daraus betrachtet werden. Da die bodenbewohnenden Milben in den Kiefernwaldungen der Flugsandböden weitaus die häufigste Tiergruppe darstellen und Oribatiden unter ihnen so zahlreich vertreten sind, können sie, was die Mithilfe von Tieren beim Abbau der Streu anbelangt, mit Recht als wichtigste Tiergruppe betrachtet werden.

Abb. 7. *Scutigerella immaculata* Newp.

[1]) Dr. SELLNICK gilt seit Kriegsende als vermißt.

Von den Vertretern der Myriopoden ist nur das Scolopendrellide *Scutigerella immaculata* häufig vorhanden, die übrigen aus den Proben erhaltenen Arten der Myriapoden und auch der Chilopoden sind nur spärlich vertreten. Daher wurde auch nur *Scutigerella immaculata* aus der Klasse der Myriapoden zum zahlenmäßigen Vergleich der Bodentiere der Düne und der drei Bestände herangezogen. Wie schon angeführt, findet sich diese Myriapodenart hauptsächlich im Boden, in der Streu ist sie nur vereinzelt vertreten. Mit zunehmendem Bestandesalter nimmt ihre Zahl ab. *Scutigerella immaculata* besitzt weite Verbreitung und kommt auch in Wiesenböden vor. Pflanzenfressenden Myriopoden (Diplopoden) kommt nach FRANZ größere Bedeutung für den Abbau pflanzlichen Bestandesabfalles zu, da sie sich oft zahlreich in den Böden finden und durch große Gefräßigkeit auszeichnen. Bei Fütterungsversuchen wurde nach demselben Autor von einigen Arten Fallaub, aber auch Heu und Stroh angenommen.

Die Collembolen sind nach den Milben die zweithäufigste Tiergruppe in den Böden und der Streu der Flugsandaufforstungen, wenn sie auch an Zahl hinter diesen weit zurückstehen. Sie finden sich in den Böden und der Streu aller drei Bestände, in den beiden jüngeren Beständen überwiegt die Collembolenbevölkerung in den Böden, im Altbestand in der Streu. Ihre Zahlen nehmen mit Älterwerden der Bestände in weit geringerem Maße zu, als die der Milben. Was die Verteilung der häufigeren Arten anbelangt so ziehen manche Arten wie *Onychiurus fimetarius* Hschn., *Tullbergia krausbaueri* Börner, *Isotoma notabilis* Schäffer die Böden, andere wie *Hypogastrura armata* Nic., *Xenylla mucronata* Axels, *Entomobrya nivalis* und ihre Formen, *Tomicerus flavescens* Tullb., *Sminthurus flaviceps* Tullb., die Streu als Aufenthaltsort vor. *Onychiurus* und *Tullbergia* gehören auch zur Gruppe, die Limaniemi (zit. nach FRENZEL) als lichtscheuere, trägere Tiere bezeichnet. (Die Furka ist schlecht entwickelt und fehlt meist); die Entomobryiden und Sminthuriden hingegen zur anderen Gruppe, die vom selben Autor als beweglichere Arten, die das Licht nicht scheuen und auch auf allerlei Gegenständen vorkommen, angeführt werden. Die Sminthuriden und Entomobryiden fand VOLZ bei seinen Untersuchungen über die Mikroschichtung der Fauna von Waldböden hauptsächlich in Fallaub und Streu (die Entomobryiden auch in der allerobersten Bodenschicht) vertreten; die Arten der Familie der Onychiuridae stellte VOLZ als charakteristisch für die tieferen Bodenschichten fest. Es finden sich aber sowohl zahlreiche Vertreter der bodengebundenen Arten, besonders in feuchten Zeiten auch zahlreich in der Streu, wie auch die Arten der anderen Gruppen zeitweise häufiger in den Böden vorhanden sind. Die am häufigsten festgestellten

Abb. 8. *Isotoma notabilis* Schäffer (Zeichnung Hampel)

Arten waren: *Onychiurus fimetarius, Tullbergia krausbaueri, Isotoma notabilis* (vorwiegend Boden) und *Entomobrya nivalis* (vorwiegend Streu). In den Wintermonaten fand sich namentlich in der Streu häufig *Hypogastura armata* Nic. vor. Die meisten der Arten finden sich in allen drei Beständen, wenn auch dem Alter der Bestände nach zahlenmäßig abgestuft, einige der größeren Formen wie *Achorutes muscorum* Temple, *Tomocerus flavescens* Tullb. finden sich nur in den Altbeständen. Nur eine einzige häufige Form *Hypogastrura armata* Nic. findet sich fast ausschließlich nur in den Kiefernwaldungen (besonders im Jungbestand) vor, meidet also die Eichenstreu. Die meisten der festgestellten Collembolenarten gehören weitverbreiteten und häufigeren Arten an, nur *Xenylla mucronata* Axels ist nach Handschin nur aus Finnland, Rußland und Galizien bekannt, und zwar wurde sie dort als Frühlingsart auf dem Wasser treibend angetroffen, während sie im Marchfeld über den größeren Teil des Jahres hin festgestellt wurde. Als eine in Nord- und Mitteleuropa zwar allgemeine, jedoch eher seltene Art, wird *Orchesella bifasciata* Nic. von Handschin beschrieben. Sie fand sich auch im Marchfeld nur selten vor. Bezüglich des Vorkommens wird für die meisten Arten Erde, Moos, faulende Stoffe aller Art unter der Rinde, unter Steinen und Pilzen angegeben. Formen wie *Hypogastura armata, Tullbergia krausbaueri, Isotoma notabilis, Lepidocyrtus cyaneus* wurden von Frenzel auch als dauernde Bewohner von Wiesenböden festgestellt. Linnaniemi (zitiert nach Frenzel) nennt diese Formen als häufige Vertreter der Humusfauna.

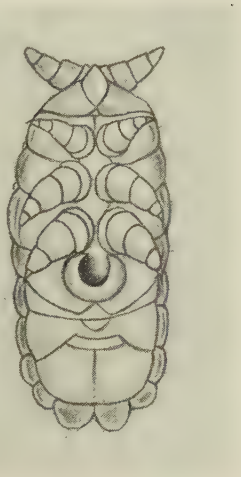


Abb. 9.
Achorutes muscorum Temple
(Zeichnung Hampel)

Die Collembolen sind sicherlich wenigstens in manchen ihrer Arten ebenfalls am Abbau des pflanzlichen Bestandesabfalls und der Erzeugung von Humusstoffen beteiligt. Über ihre Nahrungsweise liegen die verschiedensten Beobachtungen vor, vielfach wurden sie beim Abweiden von Pilzrasen, von Algen, beim Verzehren faulender Substanzen, auch ihrer eigenen Exuvien angetroffen. Handschin nimmt an, daß eine Nahrungsspezialisierung bei den Collembolen nur bis zu einem gewissen Grade vorliegt, daß sich die Arten normalerweise zerstreut in einem Gebiet aufhalten und dem spärlichen Futter nachgehen, sich aber dort, wo sich solches in größeren Mengen vorfindet, ansammeln und konzentrieren. Strebel stellte in zahlreichen Nahrungsversuchen mit verschiedenen Collembolenarten fest, daß „mannigfache frische und in Zersetzung begriffene Stoffe aus dem Tier- und Pflanzenreich angenommen werden. Die Weichheit der

Nahrungsstücke ist dabei von Bedeutung." FOURMAN beobachtete manche Collembolenarten (Symphypleonen) bei der Aufnahme von Holzsubstanz in Holzstrünken und fand auch in ihrem Darm Holzzellen vor. Vermutlich dürften manche Collembolenarten auch am Abbau der Streu beteiligt sein, wahrscheinlich greifen sie bereits sich in Zersetzung befindliche Teile der Streu an, bauen weiter ab und tragen in dieser Weise zur rascheren Umsetzung der Stoffe bei. Da die Collembolen nach den Milben in den Kiefernaufforstungen des Marchfeldes die am zahlreichsten vertretene Bodentiergruppe darstellen, haben sie in ihrer Gesamtheit für die Umsetzung der organischen Substanz in den Waldböden (beschleunigte Umsetzung der Streuprodukte) sicherlich eine nicht zu übersehende Bedeutung.

Von der großen, artenreichen Gruppe der Insekten wurde nur eine Psocidenart zum Vergleich der Bodenfauna der Düne und der drei Waldorte herangezogen. Alle übrigen Arten sind entweder nur in vereinzelten Exemplaren vorhanden, oder der Boden und die Streu dient ihnen nur als zeitlich begrenzter Aufenthaltsort, als Entwicklungsstätte der Jungstadien, gelegentliche Nahrungsstätte oder Schutzaufenthalt. Diese Arten (mit Ausnahme der ihre Entwicklungszeit in den Böden verbringenden Tiere), fanden sich vorwiegend, in einigen Fällen ausschließlich in der Streu und darauf mag es zurückzuführen sein, daß FRANZ in seiner Arbeit „über die Tätigkeit der Kleintiere im Boden und Wirtschaftsdünger" anführt: „Waldböden sind dadurch ausgezeichnet, daß sich in der Streu verschiedene Kleintiere aufhalten, die dem darunterliegenden Mineralboden fehlen."

Von den Copeognaten fand sich in den aus der Düne und den Flugsandaufforstungen entnommenen Proben nur die Psocidenart *Troctes silvarum* Kolbe häufig vor. Diese Art bevorzugt als Aufenthaltsort weitgehend die Böden. Ihre Bevölkerungsdichte geht mit zunehmendem Bestandesalter zurück. Im 14jährigen Bestand findet sie sich im Unterboden häufiger als im Oberboden. Diese Psocidenart wurde auch in mehreren Fällen aus den Böden der Düne erhalten und kann hier als das relativ häufigste Bodentier angesehen werden. Sie kann wohl mit Sicherheit im Flugsandgebiete des Marchfeldes als ständiger Bodenbewohner betrachtet werden und nährt sich da vermutlich wohl von den in den Böden vorhandenen modernden Pflanzen, von Algen, Pilzen, Flechten und von Tierresten, da bei den Copeognaten, wenn sie auch an allen möglichen Standorten anzutreffen sind, doch häufig diese Ernährungsweise beobachtet wurde.

Troctes silvarum Kolbe ist in seinem Habitus sehr ähnlich dem *Troctes divinatorius* Müll., der sich in Insektensammlungen, alten Büchern und dgl. vorfindet. Sie ist eine wahrscheinlich gegen Trockenheit sehr widerstandsfähige Form, da sie die Bodenproben im Ausleseapparat erst dann verließ, wenn die Erde schon fast gänzlich ausgetrocknet war. Das Vermögen größere Trockenheit zu ertragen befähigt sie wohl auch zur Besiedlung der Flugsanddünen.

Häufig in den Streuproben aller drei Bestände, dagegen nur in einem einzigen Fall auch in einer Bodenprobe fanden sich Vertreter der Thysanopteren. In größerer Anzahl waren nur die Arten *Limothrips denticornis* Holiday und *Haplothrips aculeatus* Fabr. vertreten. Von Mai bis einschließlich Juli fehlten die Thysanopteren vollständig. Dieses Fehlen wird verständlich, wenn man bedenkt, daß gerade diese zwei häufigsten Arten zu bekannten Schädlingen der Gramineen, vor allem der Getreidearten gehören und auch die ab September in der Streu der Flugsandaufforstungen festgestellte Art *Franklinella intonsa* Rond. hauptsächlich an Gramineen, jedoch auch an anderen Feldfrüchten (Kartoffeln, Karotten, *Vicea sativa, Vicea faba)* schädlich wird. Diese Arten leben also von Mai bis Juli vorwiegend am Getreide, wo sie durch Saugen an den Fruchtknoten und jungen Geweben der Pflanzen Schaden verursachen (Taubheit der Ähren, Weißährigkeit, Weißfleckigkeit). Nach dem Getreideschnitt wandern sie, da eigentliche Wiesen im Flugsandgebiete fehlen (wahrscheinlich bereits zur Überwinterung), in die Streu der angrenzenden Wälder ein. *Franklinella intonsa,* die auch an anderen Feldfrüchten lebt, wurde erst im September in der Streu festgestellt. Als Überwinterungsstätte dient ihnen nun in diesem Gebiete auch die Streu der Aufforstungen. (Für *Limothrips denticornis* werden von Sorauer als Überwinterungsstätte nur Wildgräser angegeben.) Ob die Streu den Arten nur als Schutzaufenthalt während der rauhen Jahreszeit dient oder ob sie während dieser Zeit gelegentlich zu carnivorer Lebensweise übergehen (von *Haplothrips aculeatus* F. führt dies Sorauer nach Beobachtungen anderer Autoren an), mag dahingestellt sein. Wahrscheinlich dient die Waldstreu nur als Schutz-

Abb. 10. *Troctes silvarum* Kolbe

aufenthalt, ähnlich wie dies bei *Eurygaster integriceps* der Fall ist (vgl. ZWÖLFER). Eine phytophage Lebensweise dieser Arten in der Streu kann nicht angenommen werden, da gerade diese Arten sich saftreiche häutige pflanzliche Gewebe aussuchen, um diese anzustechen und den Zellsaft zu trinken. Die Fortpflanzung und Entwicklung der Arten findet nach SORAUER am Getreide statt, weshalb die Überwinterung auch als Imago erfolgt. Nur *Haplothrips* überwintert nach SORAUER zuweilen auch als Larve und es mögen die vereinzelt aufgefundenen Larvenformen von Thysanopteren dieser einen Art zuzurechnen sein. Im übrigen fanden sich von *Haplothrips aculeatus* auch in den Wintermonaten die bei den Thysanopterenarten vielfach seltenen Männchen vor.

Die wenigen aus den Proben erhaltenen Wanzen können mit Ausnahme der Anthocoridenlarven die Streu wohl nur zum Schutzaufenthalt ausgesucht haben. Es sind Wanzen, die ausschließlich von Kräutern leben, so *Dolycoris baccarum,* die häufige Beerenwanze und *Eurydema oleraceum,* die häufige Kohlwanze, die an Kohl und anderen Gemüsearten schädlich wird. Sie finden sich in der kälteren Jahreszeit oft unter Laub und Streu und haben auch hier im Marchfeld ebenso wie die Thysanopteren die Streu wohl zur Überwinterung aufgesucht. Die Anthocoridenlarven verbringen wahrscheinlich ihre gesamte Entwicklungszeit in den Böden oder der Streu, da sie, wie aus ihrem pigmentarmen Integument geschlossen werden kann, sich vor zu starken Umweltseinflüssen namentlich vor Licht schützen müssen.

Lepidopteren waren in den Proben nur vereinzelt vorhanden.

Von Dipteren-Imagines wurden aus den Proben häufig *Sciara*-Arten erhalten. Sie fanden sich sowohl in den Böden, als auch in der Streu aller drei Bestände (in den beiden jüngeren Beständen vorwiegend im Boden, im Altbestand vorwiegend in der Streu) und dürften ihrer ganzen Beschaffenheit nach zu den ständigen Bodenbewohnern gehören. Die übrigen Dipteren-Imagines wurden mit Ausnahme einer *Drosophyla*-Art nur vereinzelt festgestellt.

Häufig waren in den Proben auch Dipterenlarven vorhanden, die zum größten Teile der Familie der Cecidomyiden angehörten. Im 92jährigen Bestand fanden sich die Cecidomyidenlarven ausschließlich in der Streu, in den beiden anderen Beständen, namentlich dem 14jährigen Schwarzkiefernbestand auch in den Böden. Nach FRANZ kommt gewissen Fliegenlarven für die Erzeugung humoser Exkremente eine sehr große Bedeutung zu.

Mit sehr vielen Arten, jedoch immer nur wenigen Exemplaren waren in der Fauna der Böden und vor allem der Streu der Flugsandaufforstungen und der Düne die Coleopteren vertreten. Vor allem zahlreich an Arten vorhanden waren die Staphyliniden. Sie fanden sich vorwiegend in der Streu, jedoch auch im Boden der

drei Bestände. Es handelt sich zumeist um weitverbreitete Formen, die nach der Literatur als unter faulendem Laub, faulenden Pflanzenstoffen, in Pilzen, unter der Rinde, in Mulm, Dünger, faulenden pflanzlichen und tierischen Substanzen angetroffen werden und die nun auch in der Streu und den Böden der Flugsandaufforstungen der Nahrungsaufnahme nachgehen. Die Staphyliniden ernähren sich nach Escherich zumeist von tierischer Kost, von toten faulenden oder lebenden Tieren. Ebenso dürfen die in der Kiefernstreu vorgefundenen Arten aus den Familien der Pselaphiden, Silphiden, Cryptophagiden, Lathriiden und auch Ptiniden hier ihrem Nahrungserwerb nachgehen. Auch für sie wird als Aufenthaltsort faulendes Laub, Moos, Baumstrünke, schimmelndes Holz, vegetabilische Abfälle usw. angegeben. Drei der festgestellten Käferarten werden von Holdhaus mit Sicherheit als terricole Arten angegeben, und zwar: *Trechus quadristriatus* Schrank aus der Familie der Carabidae, *Trinium brevicorne* aus der Familie der Pselaphidae und *Cartodere argus* Reitt., aus der Familie der Lathriidae, diese Arten waren aber recht selten.

Alle übrigen Arten dürften aber wahrscheinlich nur zum Schutzaufenthalt, sei es zur Überwinterung oder um der Trockenheit und Hitze der Sommermonate auszuweichen, in die Streu eingewandert sein, denn sie wurden sonst meist auf Pflanzen der Wiesen und Felder, auf Obstbäumen und blühenden Bäumen aller Art, festgestellt. So z. B. kommt nach Reitter *Anthrenus scrophulariae* L. aus der Familie der Dermestidae in Mengen auf blühenden Obstbäumen vor. *Omophlus rufitarsis* Leske aus der Familie der Alleculidae findet sich nach demselben Autor in Mengen auf Blüten, das gleiche gilt für *Notoxus monoceros* L. aus der Familie der Anthicidae. Den durch zahlreiche Arten vertretenen Halticinen aus der Familie der Chrysomelidae dient die Streu wohl ebenfalls nur als weiterer Schutzaufenthalt. Nach Mitteilung von Heikertinger gilt für die zumeist aus der Streu, ganz vereinzelt nur aus den Böden erhaltenen Arten folgendes: „Die Mehrheit der Halticinen an diesem Standort stellt das Kruziferentier *Phyllotreta nemorum* L. dar, dann kommt *Phyll. vittula*, die auch an Gräsern frißt, während *Phyllotreta undulata* wieder Kruziferentier ist. Ebenso *Phyllotreta atra* und *cruciferae*. *Aphtona euphorbiae* Schr. lebt an Flachs, (*Linum*), *A. cyanella* aber an Wolfsmilch (*Euphorbia*). *Chaetocnema concinna* bewohnt *Rumex* und *Polygonum* (gemein an *Polygonum aviculare*), *Ch. tibialis* jedoch Chenopodiaceen (*Beta*, seltener *Chenopodium*, *Atriplex*, *Salicornia*). *Haltica quercetorum* lebt an Eichen.“ *Cassida rubiginosa* Müll. aus der Familie der Cassidae ist nach Reitter auf *Carduus nutans*, *Cirsium*, *Sonchus Onopordon* und *Lappa*-Arten gemein und *Cassida nobilis* L. auf Kleefeldern an *Spergula arvensis* und *Chenopodium*-Arten häufig. Ähnliches gilt für die *Apion*-Arten aus der Familie der Curculionidae. Ferner fanden sich in der Streu des 14jährigen Kiefernbestandes auch einige ausgesprochene Kiefern-

insekten, wie *Pogonochaerus decoratus* Fairm. und *Brachyderes incanus* L. Wie schon erwähnt fanden sich die Coleopteren-Imagines vorwiegend in der Streu, namentlich zeigten sich die nur vorübergehend in den Kiefernwaldungen Schutz suchenden Arten fast ausschließlich an die Streu gebunden. Die übrigen Arten waren, wie aus der Faunenliste hervorgeht, auch in mehreren Fällen in den Böden vorhanden. Die die Streu als Schutzstätte aufsuchenden Coleopterenarten wurden zum größeren Teil in der rauheren Jahreszeit (Spätherbst, Winter, erste Frühjahrsmonate) erhalten, manche Arten wurden jedoch auch in der heißen, trockenen Jahreszeit in der Streu aufgefunden, so daß diese den Tieren nicht nur als Zufluchtsstätte in den kalten Monaten, sondern auch in den heißen und trockenen Zeiten dient.

Für die Umsetzung der Kiefernstreu haben wohl nur jene Arten Bedeutung, die sich von der Streu, wenn auch nur gelegentlich ernähren. Dies mag für verschiedene Arten aus Familien, die sonst unter Moos, Laub usw. vorkommen und da vom pflanzlichen Bestandesabfall leben, der Fall sein. Die übrigen räuberisch lebenden oder nur Schutz suchenden Arten können aber durch Einbringung von Exkrementen in ihrer Gesamtheit zur Erhöhung schon abgebauter organischer Substanz beitragen.

Von Bedeutung für die Bodenbildung sind jedenfalls die häufig in den Böden und der Streu vorhandenen Käfernlarven. Sie fanden sich in allen drei Beständen vorwiegend in den Böden, kamen jedoch auch in der Streu häufiger vor. Am zahlreichsten waren die Käferlarven in den Böden und der Streu des Kiefern-Eichen-Mischwaldes vertreten. Es handelt sich hierbei vor allem um Staphylinidenlarven (*Atheta* sp. *Gyrophaena* sp. *Philonthus* sp. und *Xantholinus* sp., hiervon war am häufigsten *Atheta* sp., die sich in den Bodenschichten aller drei Bestände vorfand, ferner *Gyrophaena*-Larven, die jedoch ausschließlich in der Streu des Kiefern-Eichen-Mischbestandes festgestellt wurden), um Elateridenlarven (*Limonius* sp. *Athous subfuscus* Müll. und *Elater* sp., hiervon waren am häufigsten die Larven von *Athous subfuscus* Müll., die sich hauptsächlich in den Böden des Mischbestandes vorfanden) und Cantharidenlarven (*Malthinus* und *Malthodes*, hiervon wurde häufiger *Malthodes* vor allem in der Streu des Mischbestandes vorgefunden). Ferner fand sich noch ein vereinzeltes Exemplar einer Anobiidenlarve (*Ernobius* sp.) vor.

Von den Hymenopteren kommen für die Besiedelung der Böden zahlenmäßig nur die Ameisen in Betracht, die namentlich aus Streuproben des Schwarzkiefern-Eichenbestandes in beträchtlicher Anzahl erhalten wurden. Es handelte sich hier zumeist um die Art *Leptothorax Nylanderi* Fö., die nach STIX eine im Süden häufigere Art ist und sich zumeist an schattigen Stellen, unter Holz und Rinde findet. Bei den Probeentnahmen im Mai wurden aus dem Boden des Schwarzkiefern-Eichenbestandes zahlreichere Exemplare von *Stenamma West-*

woodi Westw. erhalten. Nur vereinzelt fand sich *Myrmica rugulosa* Nyl. vor.

Die bodenbildende und bodenverbessernde Tätigkeit der Ameisen darf nicht übersehen werden. Ihre Nahrung ist nach ESCHERICH „teils animalisch, teils vegetabilisch, teils gemischt und besteht aus Insekten und deren Larven, aus tierischen und pflanzlichen Resten, aus Süßigkeiten, die aus den Früchten, Blüten und Exkrementen von den Ameisen bezogen werden". Die Ameisen tragen also in ihrer Gesamtheit sehr zur Anreicherung abgebauter organischer Stoffe in Streu und Boden bei. Von ESCHERICH wird vor allem auf die Verarbeitung toter Pflanzenreste, vor allem von Stöcken durch die Ameisen hingewiesen, da nach diesem Autor „deren Stoffe dadurch rascher wieder in den allgemeinen Kreislauf eingefügt werden, als es sonst der Fall sein würde". Bodenverbessernd wirken die Ameisen dann weiter durch Lockerung und Durchlüftung des Bodens, sowie Durchmischung desselben.

Ferner wurden aus den Proben der beiden älteren Bestände vereinzelnd Landschnecken erhalten. Landschnecken sind nach FRANZ auch mitbeteiligt an der Zersetzung pflanzlichen Bestandesabfalles, sowie an der Erzeugung humoser Exkremente. Sie waren jedoch an diesen Standorten nur vereinzelt vorhanden, so daß diese Tiergruppe für die Böden in den Flugsandaufforstungen keine größere Bedeutung haben kann.

Überblickt man die Verteilung der Tiere in der Boden- und Streuschicht der drei Waldbestände, so kann festgestellt werden, daß sich fast alle häufigeren Formen sowohl in den Kiefernwaldungen als auch im Kiefern-Fichten-Mischwald vorfinden, nur eine Collembolen- und eine Milbenart meiden offensichtlich die Laubstreu und finden sich nur im Boden der beiden Kiefernwaldungen, zwei Milbenarten bevorzugen die Kiefernstreu, eine Milbenart sowie die Gruppe der Enchytraeiden, Käferlarven und Ameisen ziehen die Mischwaldstreu der reinen Kiefernstreu vor. Mit zunehmendem Bestandesalter wächst die Zahl der meisten häufiger vorhandenen Tierarten an. Nur stark bodengebundene Gruppen wie die Myriopoden und Psociden gehen mit zunehmendem Bestandesalter und zunehmender Mächtigkeit der toten Streudecke zahlenmäßig zurück. Was die Verteilung der einzelnen Arten in Boden und Streu anbetrifft, so finden sich alle häufigeren Bodentierarten in beiden Schichten vertreten[1]), wenn auch manche Arten von ihnen die Streu, andere die Böden vorziehen. Von den Käfer- und Dipterenlarven treten die Käferlarven in allen drei Beständen vorwiegend in den Böden, die Dipterenlarven vorwiegend in der Streu auf. Die übrigen Tiergruppen (außer den Larvenstadien und den als eigentliche Bodentiere bezeichneten Tieren) sind vorwiegend an die Streu ge-

[1]) Wenn Bodenproben eines Standortes zu verschiedenen Zeiten und Witterungsperioden entnommen werden.

bunden; fast ausschließlich in der Streu finden sich aber nur Arten, von denen man annehmen kann, daß sie die Streu nur gelegentlich als zeitweiligen Schutzaufenthalt (wie zur Überwinterung oder als Schutz gegen Austrocknen und Hitze) benützen.

Von Bedeutung für die Bodenbildung sind hauptsächlich jene Arten, denen der organische Bestandesabfall (in diesem Fall die Streu) als Nahrung dient und die daraus humose Stoffe bilden, wie es bei manchen Arten der Enchytraeiden, Collembolen, Milben und Tausendfüßlern, sowie Fliegenlarven der Fall ist. Aber auch die anderen vorhandenen Arten, so auch die nur in den Kiefernwaldungen schutzsuchenden, tragen in ihrer Gesamtheit — zum mindestens durch Ausscheiden von Exkrementen — zur Einbringung organischer Substanz in die Böden und damit zur Bodenbildung und Bodenverbesserung bei. Bei der beachtlichen Zahl der gesamten im Boden und der Streu sich aufhaltenden Tiere fallen diese Ausscheidungen auch mengenmäßig ins Gewicht [1]).

Die Flugsandböden des Marchfeldes haben, soweit es aus geschichtlichen Quellen feststellbar ist, nie Wald getragen. Es handelt sich also bei den Flugsandaufforstungen um eine Standortsänderung im wahrsten Sinne des Wortes. Die Ursachen, die zum starken Anwachsen der Bodentierwelt in den Beständen gegenüber der Düne und weiter mit zunehmendem Bestandesalter führten, wurden bereits in den ersten Kapiteln erörtert und sollen hier nochmals kurz zusammengefaßt werden. Wie kann man sich nun das Eindringen (oder besser) Einwandern von Tieren in die Flugsandaufforstungen, da die Flugsandböden niemals Wald getragen haben, vorstellen?

Vergleicht man die Bodentierwelt der Düne mit jener der Bestände, so gehören die wenigen, in der Düne festgestellten Tiere gerade Arten, an, die in den Böden der Kiefernaufforstungen häufig sind. Ferner gehören die meisten der festgestellten Tierarten namentlich die Bodentiere weitverbreiteten Formen an und sind, soweit es aus der Literatur festgestellt werden konnte, auch nicht an ein bestimmtes Substrat gebunden. (Ausgenommen sind die in der Streu rein schutzsuchenden Arten, die vielfach einer bestimmten Nährpflanze angehören.) So werden für die Collembolenarten Erde, Moose, faulende Substanzen aller Art, Pilze usw. als Aufenthaltsort angegeben. Solche in verschiedenen Substraten lebende Tiere können, wenn sie ganz allgemein pflanzliche Abfallstoffe verzehren, keine Nahrungsspezialisten sein. Es kann nun angenommen werden, daß die in den Böden und der Streu der Flugsandaufforstungen festgestellten Arten, auch ursprünglich schon im Flugsandgebiete des Marchfeldes vorhanden waren; da es sich bei diesen Arten um keine Nahrungsspezialisten handelt, haben sie die Kiefernstreu ohne weiteres

[1]) Nach den neuesten Untersuchungen von FRANZ scheiden nicht nur die Kleintiere des Bodens, sondern auch die Verzehrer lebender Substanz, also z. B. pflanzenfressende Insekten, in ihren Exkrementen humose Stoffe ab.

als neues Nährsubstrat angenommen. Die zunehmende Streudecke wird durch ihre Dichte den lichtscheuen und feuchtigkeitsliebenden Bodentieren zur ständigen Aufenthaltsstätte und bietet ihnen optimalere Bedingungen als die freie Düne. Weiter vermögen die Böden der Flugsandaufforstungen durch Anreicherung ihres Gehaltes an organischer Substanz und durch Besserung ihrer physikalischen Eigenschaften mit zunehmendem Alter immer mehr Tiere aufzunehmen. Streu und Boden als ein Ganzes betrachtet, bieten nun viel mehr Tieren Nahrungs- und Aufenthaltsmöglichkeit, das biologische Fassungsvermögen des Standortes hat sich ungemein vergrößert und wird damit auch die Sättigung des Lebensraumes erst durch eine stets größere Tierzahl ermöglicht. Die (wie es sich schon bei der Behandlung der jahreszeitlichen Schwankungen ergab) auf Änderungen der Umweltsverhältnisse sehr fein reagierenden Bodenbewohner [1]) vermehren sich entsprechend dem vergrößerten biologischen Fassungsvermögen dieser Standorte. Es erfolgt der sprunghafte Anstieg der Bodentierwelt von der Düne zum 14jährigen Bestand, da in der Düne infolge der ungünstigen physikalischen Verhältnisse auch die dort vorhandene geringe Menge an organischer Substanz nicht voll ausgenützt werden kann, und das gleichmäßigere Anwachsen der Bodentierwelt mit zunehmendem Bestandesalter. Da das biologische Fassungsvermögen der Böden sich nur allmählich, das der Streu (entsprechend dem Anfall an toter Bodenstreu) hingegen sich viel rascher erhöht, wächst die Bevölkerung in den Böden viel langsamer als in der Streu an. (Die Bevölkerung im Boden des nächst älteren Bestandes beträgt ein Viertel bis die Hälfte des nächst jüngeren, in der Streu hingegen ist die Bevölkerung des älteren Bestandes dreimal so groß, als die des jüngeren.) Das Anwachsen der Bevölkerung geht aber nicht nur in Streu und Boden verschieden rasch vor sich, sondern auch in den jüngeren und älteren Beständen und zwar in der Weise, daß ältere Bestände in gleichen Zeiträumen einen stärkeren Anstieg der Tierzahl aufweisen als die jüngeren. Dies ist wie schon einmal ausgeführt, daraus gegeben, daß in den neu anfallenden Streumengen der älteren Bestände die Tiere infolge der hier bereits besseren Umweltsbedingungen, sich stärker vermehren können, als in den jüngeren. Mit Älterwerden der Bestände stellt sich jedoch erst die diesem neuen Biotop entsprechende mengenmäßige und artliche Zusammensetzung der Tierwelt ein und es vermehren sich speziell die Arten, denen der neugeschaffene Zustand besonders zusagt, während andere Arten, deren Lebensverhältnisse sich verschlechtern, zurückgehen. So sagen die in den Aufforstungen des

[1]) Die feine Reaktion der Bodentiere auf die Umweltsverhältnisse namentlich auf den ihnen zur Verfügung stehenden Wohnraum, ergibt sich aus den Zersetzungsversuchen von Ulrich, der in je drei Gefäßen mit Nadelstreu und Laubstreu verschiedene Mengen von Bodentieren aussetzte: 1. Streu von allen mikroskopischen Tieren befreit, 2. Streu in normalen Zustand belassen und 3. mit der 5fachen Menge der Streueinwohnerschaft besetzt und nach 1¼ Jahren in allen drei Gefäßen eine mittlere gleiche Anzahl von Tieren vorfand.

Flugsandgebietes geschaffenen Verhältnisse besonders der Tiergruppe der Milben zu, während die vorwiegend bodenbewohnenden Myriapoden und Psociden, deren Bevölkerung zunächst auch sprunghaft anwuchs, zurückgehen. Dies kann bei letzteren vielleicht aus den veränderten Durchlüftungsverhältnissen unter der Streudecke, vielleicht auch aus Anreicherung von Abfallstoffen aus der Streu, die diesen Tieren nicht zusagen, vielleicht auch aus der Eigentümlichkeit mancher Arthropodenarten sich bei Einbringung neuer Nährstoffe zunächst sprunghaft zu vermehren (z. B. Ödlandaufforstungen) erklärt werden. Es handelt sich bei diesen Tieren vermutlich um Arten, die nur in der Umwelt der ersten Altersklasse der Flugsandaufforstung günstigste Bedingungen finden, während sich die Verhältnisse mit dem Älterwerden der Bestände von deren Optimum wieder entfernen.

Diese Betrachtung gilt natürlich nur für Tiere, die ständig oder längere Zeit ihres Lebens die Böden besiedeln, nicht aber für die in der Streu nur gelegentlich schutzsuchenden Arten. Diese finden sich wohl auch in der Streudecke des ältesten Bestandes am zahlreichsten, doch ist dies wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß diese infolge ihrer dichtesten Lagerung von den schutzsuchenden Tieren bevorzugt wird.

Die wichtigsten Ergebnisse dieser vergleichenden Untersuchungen sind die, daß sich von der Düne zu den Waldbeständen ein sprunghafter Anstieg der Bodentierzahl ergibt und daß mit zunehmendem Bestandesalter die Bodenfauna namentlich in der Streu (und zwar in gleichen Streumengen) [1]) weiterhin beträchtlich ansteigt. Damit muß auch, was den Anteil der Bodentiere am Abbau der Streu und Einbringung organischer Stoffe in die Böden betrifft, dies in den älteren Beständen viel rascher bzw. in größeren Mengen vor sich gehen, als in den jüngeren. Die in den Böden mit Älterwerden der Bestände, wenn auch langsamer, so doch ständig anwachsende Tierzahl wirkt durch weitere Zersetzung der organischen Stoffe, durch Einbringung ihrer Exkremente und ihrer abgestorbenen Körper, durch Durchmischung und Durchlüftung des Bodens weiterhin verbessernd auf diesen ein.

Zusammenfassung

Im Flugsandgebiet des Marchfeldes wurden Untersuchungen über den Einfluß des Waldes im Vergleich zu nicht von Wald bestandenen Flächen auf die Bodentierwelt vorgenommen. Es handelt sich hier um ein Gebiet, das niemals Wald getragen hat und in dem erst seit

[1]) Würde man die auf gleichen Bodenflächen aufliegenden Streumengen in den verschieden alten Beständen bezüglich ihrer Bodentierzahlen in mehreren aufeinanderfolgenden Untersuchungen vergleichen, so würden sich diese Unterschiede zwischen den Tierzahlen der Streu verschieden alter Bestände vergrößern, da ja hier außer den verbesserten physikalischen Bedingungen auch die größere Nahrungsmenge in den älteren Beständen in Betracht kommt.

Zeiten Maria Theresias mit Aufforstungen begonnen wurde, die seit 1880 laufend weitergeführt werden. Es fanden sich nun neben offenen Dünen Bestände verschiedenen Alters vor und daher war dieses Gebiet besonders für Untersuchungen über den Einfluß des Waldes auf das Bodentierleben, vor allem die Änderungen der Bevölkerungsdichte der Bodentiere geeignet. Vor allem konnte auch das Verhalten der Bodentiere mit zunehmendem Bestandesalter und da sowohl Nadelholz- als auch Nadelholz-Laubholzmischbestände vorlagen, in reinen Nadelholzbeständen und solchen mit Laubholzbeimischung beobachtet werden.

Ausgewählt wurden vier Standorte:

Standort I: Reine Düne
Standort II: 14jähriger Schwarzkiefernbestand
Standort III: 46jähriger Schwarzkiefern-Eichen-Mischbestand
Standort IV: 92jähriger Schwarzkiefernbestand.

Diesen Probestellen wurden monatlich je 1 l Boden, den Waldbeständen auch 1 l Streu entnommen und auf ihren Inhalt an Bodentieren untersucht.

Die Untersuchungen über das Bodentierleben an diesen vier Standorten führten zu folgenden Ergebnissen:

1. Bei Vergleich der vier Standorte auf ihren Gehalt an Bodentieren im Ablauf eines Jahres (Summe aller im Laufe eines Jahres bei monatlicher Probeentnahme und einer zweiten Entnahme im Monat August erhaltenen Tiere) ergab sich ein sprunghaftes Emporschnellen der Bodentierzahlen von der Düne zum Jungbestand (1 l Boden des Jungbestandes enthielt 24mal soviel Tiere als die gleiche Menge Dünenbodens) und ein weiterer Anstieg der Tierzahl mit zunehmendem Bestandesalter in der Weise, daß im Gesamtraum von Streu und Boden sich die Bodentierzahlen zum nächst älteren Bestand ungefähr verdoppelten, in der Streu verdreifachten, im Boden aber nur um 1/4—1/2fache der im nächst jüngeren Bestand festgestellten Tierzahl anstiegen. Die Ursachen liegen in der Verbesserung der physikalischen Bodeneigenschaften (das sprunghafte Emporschnellen der Bodentierzahlen von der Düne zum 14jährigen Bestand wird namentlich durch den verbesserten Wasserhaushalt bewirkt) und Steigerung des Gehaltes an organischer Substanz in den Böden, vor allem aber im Vorhandensein einer Streudecke, die mit zunehmender Schichthöhe den Tieren zum neuen Nahrungs- und Wohnraum und zur Schutzstätte wird. Die Streu eines älteren Bestandes enthält in gleichen Streumengen weit mehr Tiere als die eines jüngeren, so daß es, was die Mithilfe von Tieren am Abbau der Streu anbelangt, im älteren Bestand zu einer viel rascheren Streuumsetzung kommen muß, als im jüngeren.

2. Auch in den einzelnen Monaten zeigte sich ein sprunghafter Anstieg der Bodentierzahl von der Düne zum Jungbestand und eine weitere Erhöhung der Wohndichte von den jüngeren zu den älteren Beständen. Die Unterschiede der Gesamttiermengen in den drei Beständen waren in den einzelnen Monaten allerdings nicht gleich, ferner ergab sich (bei getrennter Betrachtung) in der Streu namentlich aber im Boden, nicht in allen Monaten ein Ansteigen der Bodentierzahl mit zunehmendem Bestandesalter. Dies erklärt sich aus der verschiedenen Stärke der klimatisch und biologisch bedingten Schwankungen (z. B. Generationsablauf der verschiedenen Arten) des Bodentiergehaltes und besonders der Verschiedenheit der vertikalen Wanderungen in den drei Beständen.

3. Die monatlichen Schwankungen des Bodentiergehaltes in den drei Beständen zeigten in ihrem Verlauf weitgehende Übereinstimmung. Es wurden im Untersuchungsjahr Maxima des Tiergehaltes in allen drei Beständen in den Monaten August und November festgestellt (in den beiden älteren Beständen kam es auch noch zu einem Gipfelpunkt des Tiergehaltes im Frühjahr) und ein Absinken der Tierzahlen in den Monaten Juli, September und Dezember. Verschieden war allerdings die Stärke der monatlichen Schwankungen in den drei Beständen. Die monatlichen Schwankungen des Tiergehaltes wirkten sich zahlenmäßig am stärksten im Altkiefernbestand aus, da infolge des größten biologischen Fassungsvermögens (Nahrung und Wohnraum) dieses Standortes auch dem An- und Absteigen der Tierzahlen der größte Spielraum gegeben ist. Im Nadelholz-Laubholzmischbestand bedingt das beigemischte Laub, namentlich in den extremen Monaten, ein gleichmäßigeres An- und Absteigen der Tierzahlen.

Der Verlauf der monatlichen Schwankungen konnte weitgehend aus den klimatischen Verhältnissen des Jahres, vor allem den Niederschlagsmengen erklärt werden. Das Absinken der Bodentierzahlen im Juli, einem der verhältnismäßig niederschlagreichsten Monate des Jahres und Emporschnellen im August, einem Monat mit ähnlichen klimatischen Verhältnissen dürfte aber biologisch begründet sein (Generationsablauf).

Der Verlauf der monatlichen Schwankungen in der Streu, vor allem aber im Boden stimmt wiederum vielfach nicht mit den Schwankungen der Tierzahl im gesamten Wohnraum (Boden und Streu) überein, was sich aus den vertikalen Wanderungen erklären läßt. Daß die Tiere sicherlich vertikale Wanderungen durchführen, ergibt sich schon daraus, daß in einem Monat mit allgemeinem Absinken der Tierzahl im gesamten Wohnraum die Zahl der Tiere in einer verhältnismäßig günstiger gelegenen Schicht ansteigt. Streu und Boden sind daher in bezug auf das Bodentierleben nicht zwei getrennte Schichten, sondern da

stetige gegenseitig gerichtete Wanderungen zwischen beiden stattfinden, ökologisch gesehen, ein Ganzes.

Die verschiedene Stärke der monatlichen Schwankungen des Tiergehaltes in den einzelnen Waldbeständen, die Tatsache der vertikalen Wanderungen der Bodentierwelt bedingen, daß um einen richtigen Überblick über das mengenmäßige Vorkommen von Bodentieren in verschiedenen Waldbeständen zu gewinnen 1. über den Bodentiergehalt jedes einzelnen Bestandes eine Serie zeitlich aufeinanderfolgender Untersuchungen durchzuführen ist und 2. stets der Bodentiergehalt des gesamten Wohnraumes (Streu und Boden) berücksichtigt werden muß.

4. Die Verteilung der Bodentiere in Streu und Boden ist im Verlaufe eines Jahres in verschieden alten Beständen nicht gleich. Im 14jährigen Jungkiefernbestand fand sich der größere Teil der Bodentiere über das Jahr hin im Boden, erst in den kühlen feuchten Spätsommermonaten (November, Dezember) wird das Bodentierleben in der Streu überwiegend. Der 46jährige Kiefern-Eichen-Mischbestand beherbergte in den warmen Sommer- und kühlen Wintermonaten den größten Teil seiner Bevölkerung im Boden, in den Frühjahrs- und Herbstmonaten aber fand sich der größere Teil der Bodentiere in der Streu. Im Altkiefernbestand hingegen lebte das ganze Jahr über der größere Teil der Bevölkerung in der Streu, nur in extremen Monaten des Jahres (Juni, September, Jänner) überwog die Zahl der Tiere im Boden jene der Streu.

Es finden demgemäß die Hauptwanderungen der Bodentiere in vertikaler Richtung in verschieden alten Beständen entsprechend den verschiedenen Verhältnissen zu verschiedenen Zeiten des Jahres statt. Im Jungkiefernbestand vollzogen sich die Hauptwanderungen in vertikaler Richtung in den Spätherbstmonaten und dem ersten Wintermonat, im 46jährigen Kiefern-Eichen-Mischbestand in den Frühjahrs- und Herbstmonaten, im Altkiefernbestand aber fanden starke vertikale Wanderungen zwischen Boden und Streu in extremen dem Bodentierleben in der Streu ungünstigen und darauffolgenden dem Streuleben wieder günstigen Monaten statt. Vertikale Wanderungen, die aber nicht zum Überwiegen des Tiergehaltes einer Schicht über die andere führen, finden übrigens über das ganze Jahr hin statt.

Bedingt wird die verschiedene Verteilung der Bodenfauna in Boden und Streu der drei Bestände im Laufe des Jahres und die damit verbundenen Verschiedenheiten der vertikalen Wanderungen in den drei Beständen, durch die verschiedene Lage und Dichte der Streudecke in verschieden alten Beständen, ferner durch die im Jungbestand

entsprechend der geringen Bestandeshöhe noch tiefe Lage der klimatisch tätigen Oberfläche des Bestandes, die die kleinklimatischen und physikalischen Umweltsverhältnisse verändern. Die zuletzt angeführten Ursachen bewirken auch, daß wohl das Erreichen der Höhepunkte des Bodentiergehaltes in den drei Beständen übereinstimmte, daß aber der höchste Tiergehalt des Jahres im 92jährigen Bestand im August, im 46jährigen im April, im Jungbestand aber erst im November vorlag.

Innerhalb des Bodens selbst fanden die stärksten Vertikalwanderungen im 14jährigen Bestand statt, mit zunehmender Streuschicht kam es zu einem Nachlassen der Vertikalwanderungen im Boden. Die zunehmende Streudecke bietet also dem Boden zunehmenden Schutz gegen die Einflüsse der Witterung und hilft mit ein ausgeglichenes Bodenklima zu schaffen.

Bei Betrachtung der monatlichen Schwankungen des Bodentiergehaltes und der vertikalen Wanderungen in den drei Beständen wurde der Dünenboden nicht berücksichtigt, da die geringen Tierzahlen hier diesbezüglich keine Feststellungen zuließen.

5. Der Zuwachs an Bodentieren ist in gleichen Zeiträumen in alten Beständen größer als in jüngeren. Der jährliche durchschnittliche Zuwachs an Bodentieren war zwischen dem 14jährigen Schwarzkiefernbestand und dem 46jährigen Schwarzkiefern-Eichenbestand halb so groß wie zwischen letzterem und dem Altbestand. Die Beimengung von Laubstreu bewirkt also nicht, daß der Zuwachs an Bodentieren in jüngeren Beständen den älterer Kiefernbestände erreicht. Für das Anwachsen der Bodentierzahl mit zunehmendem Bestandesalter war demnach wohl die Besserung der kleinklimatischen Faktoren und die Menge der Nahrung, nicht aber die Art der Nahrung maßgebend. Das beigemischte Laub dürfte aber ein neutraleres Streuklima bedingen, wodurch namentlich in den extremen Monaten die Schwankungen der Bodentierzahl unter dem Einfluß der Witterung herabgemildert werden.

6. Ein Vergleich der vier zur Aufstellung der Gesetzmäßigkeit des Bodentierlebens herangezogenen Tiergruppen, der Myriopoden, Collembolen, Milben und Psociden ergab, daß die Milben in allen Beständen und allen drei unterschiedenen Schichten, der Streu, dem Oberboden und dem Unterboden, die vorherrschende Tiergruppe waren. Ihre Zahlen nahmen mit zunehmendem Bestandesalter sprunghaft zu, so daß namentlich in der Streu des Altkiefernbestandes die übrigen Tiergruppen nur mehr einen geringen Anteil an der Gesamtbevölkerung hatten. Die Collembolen zeigten wohl auch mit zunehmendem Bestandesalter einen weiteren Anstieg ihrer Bevölkerungs-

dichte, doch war der Bevölkerungszuwachs der Collembolen im Vergleich zu dem der Milben so gering, daß der prozentuelle Anteil der Collembolen an der Gesamtbevölkerung mit zunehmendem Bestandesalter absank. Die vorwiegend bodenbewohnenden Myriopoden und Psociden nahmen mit zunehmendem Bestandesalter zahlenmäßig ab.

Es sagen also die Verhältnisse in einer wachsenden Streudecke vor allem der Tiergruppe der Milben zu, die sich hier in manchen ihrer Arten auch wahrscheinlich direkt von der Streusubstanz ernähren dürften. (Es wurde die häufigste Oribatide *Adoristes ovatus* Koch des öfteren beim Benagen von Kiefernnadeln beobachtet) und deren Lebensansprüchen wahrscheinlich auch die durch die Streu bedingten Umweltsverhältnisse vollgerecht sein dürften.

7. Die übrigen Tiergruppen, außer den zur Aufstellung der Gesetzmäßigkeiten des Bodentierlebens herangezogenen Collembolen, Myriopoden, Milben und Psociden, waren, soweit es sich um ausgesprochene Bodenbewohner wie Vertreter der Vermes, terricole Käfer usw. handelt, nur in geringer Anzahl vorhanden. Den übrigen Tieren dient der Boden, vor allem aber die Streu, zumeist entweder als Entwicklungsstätte, mehr oder weniger gelegentliche Nahrungsstätte oder als Schutzaufenthalt (Sommertrockenheit, Überwinterungsstätte). Die Imagines der angeführten Tiergruppen sowie Dipterenlarven fanden sich vorwiegend in der Streu, Coleopterenlarven vorwiegend in den Böden. Fast ausschließlich in der Streu wurden Tiere festgestellt, von denen man ihrer Lebensweise nach annehmen kann, daß ihnen die Streu lediglich als Schutzaufenthalt dient.

Bodenbildende Bedeutung kommt hauptsächlich Tierarten zu, die sich von der Streu oder überhaupt von organischer Substanz ernähren und daraus humose Stoffe erzeugen, wie es von manchen Arten der Nematoden, Enchytraeiden, Tausendfüßler, Collembolen, Milben, Dipterenlarven als wahrscheinlich angenommen werden kann. Aber auch alle anderen Arten tragen in ihrer Gesamtheit zumindest durch Ausscheiden von Exkrementen und Einbringung schon abgebauter organischer Substanz in die Böden zur Bodenverbesserung und damit auch zur Bodenbildung bei.

8. Mit der Aufforstung von Waldbeständen im Flugsandgebiet des Marchfeldes wurde der dort bereits vorhandenen Tierwelt weiterer, vergrößerter Lebensraum geboten. Das biologische Fassungsvermögen der einzelnen Standorte vergrößerte sich durch Ansteigen der Menge der organischen Substanz in den Böden und Besserung der physikalischen Bodenverhältnisse, dazu kam vor allem die Streu als weiterer Schutz- und Wohnraum. Verschiedene der im Marchfeld bereits auch vor der Zeit der Aufforstungen vorhandenen Bodentierarten ver-

mehrten sich entsprechend den neuen Lebensräumen außerordentlich stark (bei günstigen Witterungsbedingungen). Mit zunehmendem Bestandesalter stellte sich dann die den neuen Verhältnissen entsprechende artliche Zusammensetzung der Tierwelt und wohl auch ein auf die Erreichung eines harmonischen Zustandes gerichtetes gegenseitiges Dichteverhältnis ein.

Von der Düne zu den Beständen und da weiter mit zunehmendem Bestandesalter ergibt sich ein fortlaufendes Ansteigen des biologischen Fassungsvermögens der Standorte und damit ein weiteres Anwachsen der Bodentierzahl, so daß die untersuchten Waldbestände in gleichen Mengen Bodens weit mehr Tiere enthalten als die Düne und innerhalb der Waldbestände in gleichen Mengen Boden und namentlich gleichen Mengen Streu älterer Bestände weit mehr Tiere enthalten sind, als in den Jungbeständen. Damit muß, was die Mithilfe von Tieren anbelangt, in den Böden der Waldbestände der Umsatz der organischen Substanz weit rascher vor sich gehen als in nicht von Wald bestockten Flächen (soweit diese natürlich nicht reicheren Pflanzenwuchs tragen) und muß innerhalb verschieden alter Waldbestände der Abbau des organischen Bestandesabfalles, der Streu, in älteren Beständen viel rascher vor sich gehen, als in jüngeren.

Schriftenverzeichnis

BAUER, E., Die Wohlfahrtsaufforstungen im Flugsandgebiete des Marchfeldes. Öst. Vierteljahrsschrift f. Forstwesen H. II, 104—199, 1936.

BORNEBUSCH, C. H., The fauna of forest soil. Det forstlige Försögsvaesen in Danmark 11, 224, S. 28. Kopenhagen 1930.

ECKSTEIN, K., Bedeutung der forstzoologischen Forschung für die Begründung der Bestände. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen Nov., S. 677—683, 1931.

EIDMANN, H., Lehrbuch der Entomologie. Berlin, Verlag Paul Parey, 1941.

ESCHERICH, K., Forstinsekten Mitteleuropas. II. (1923). V. (1942). Berlin, Paul Parey.

— — Die Streufauna. Forstw. Centralbl. H. 1, S. 23—29, 1922.

FOURMAN, K. L., Untersuchungen über die Bedeutung der Bodenfauna bei der biologischen Umwandlung des Bestandesabfalles forstlicher Standorte. Mitteil. a. Forstwirtschaft u. Forstwissenschaft H. 2, S. 144—169, 1938.

— — Lebensbedingungen und Verhaltungsweisen der Bodenfauna forstlicher Standorte. Mitteil. a. Forstwirtschaft u. Forstwissenschaft H. 2, S. 160—167, 1939.

FORSSLUND, K. H., Beiträge zur Kenntnis der Einwirkung der bodenbewohnenden Tiere auf die Zersetzung des Bodens. 1. Über die Nahrung einiger Hornmilben (Oribatidae). Meddelanden, Fran Statens Skogsförsökanstalt Häfte XXXI, Nr. 3, S. 87—107, 1938.

Franz, H., Untersuchungen über die Bodenbiologie alpiner Grünland- und Ackerböden. Forschungsdienst. Organ d. deutschen Landwirtschaftswissenschaft XI, H. 3/4, S. 355—368, 1941.
— — Das Leben im Wiesenboden nach Umbruch und Lockerung. Deutsche landwirtschaftliche Presse LXIX. Nr. 27, 4. Juli 1942; Nr. 28, 11. Juli 1942.
— — Zur Kenntnis der Bodenfauna im Pannonischen Klimagebiet der Ostmark. I. Die freilebenden Erdnematoden. Zoolog. Jahrbücher LXXV, H. 5/6, S. 349 bis 364, 1942.
— — Untersuchungen über die Kleintierwelt ostalpiner Böden. I. Die freilebenden Erdnematoden. Zoolog. Jahrbücher LXXV, H. 5 6, S. 365—546, 1942.
— — Untersuchungen über die Bedeutung der Bodentiere für die Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit. Forschungsdienst. Organ d. deutschen Landwirtschaftswissenschaft XIII, H. 4/5, S. 320—333, 1942.
— — Die Tätigkeit der Kleintiere im Boden- und Wirtschaftsdünger und ihre Bedeutung für das Dauergrünland. I. Die Bedeutung der Bodenorganismen für die Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit. Pflanzenbau XIX, H. 12 S. 363—380, S. 1—27. Juni 1943.
— — Bildung von Humus aus pflanzlichem Bestandesabfall und Wirtschaftsdünger durch Kleintiere. Bodenkunde und Pflanzenernährung XXXII. H. 6, S. 336—351, 1943.
— — und Leitenberger, L., Biologisch-chemische Untersuchungen über Humusbildung durch Bodentiere. Öst. zoologische Zeitschrift I, H. 5, 1948. Wien, Springer-Verlag.
Frenzel, G., Untersuchungen über die Tierwelt des Wiesenbodens. Jena, Verlag G. Fischer, 1936.
Friederichs, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie. I. und II. Bd. Berlin, Paul Parey, 1930.
Gisin, H., Ökologie und Lebensgemeinschaften der Collembolen im Schweizerischen Excursionsgebiet Basels. Revue Suisse de Zoologie, L. N⁰ 4. Fevrier 1943.
— — Es wimmelt im Boden von Unbekannten. Prisma. Schweizerische Monatsschrift f. Natur, Forschung u. Technik II. H. 5/6.
Handschin, E., Collembolen. In: Schulze, Biologie d. Tiere Deutschlands. Lief. 20, T. 25, 1926.
— — Urinsekten oder Apterygota. In: Dahl, Die Tierwelt Deutschlands. XVI, 1929.
Hartmann, E., Die Flugsandböden des Marchfeldes als forstlicher Standort. Centralblatt f. d. gesamte Forstwesen LXVII, H. 10, S. 197—206, 1941.
Holdhaus, K., Über die Abhängigkeit der Fauna vom Gestein. Aus Verhandl. d. VIII. Internat. Zoologen Kongresses zu Graz. Verlag G. Fischer, 1911.
Jahn, E., Bodenstreu und Bodentiere. (Verluste bei Streuentnahme.) Österreichs Forst- und Holzwirtschaft II. Nr. 22, 21. Nov. 1947.
Krausse, A., Collembolen des Waldbodens. In: Intern. Entom. Ztschr. (Guben) XXII, 1928/29.
Kubiena, W., Beiträge zur Bodenentwicklungslehre, Entwicklung und Systematik der Rendsinen. Bodenkunde u. Pflanzenernährung XXIX, 108—119. Berlin 1943.
Pfetten, J. v., Beiträge zur Kenntnis der Fauna der Waldstreu. Fichtenstreuuntersuchungen. In: Ztschr. f. angew. Entom. XI. S. 35—54, 1925.
Pillai, S. K., Beiträge zur Kenntnis der Fauna der Waldstreu. Kiefernstreuuntersuchungen. Ztschr. f. angew. Entom. VIII, H. 1, 1921.
Priesner, H., Thysanoptera. In: Schulze, P., Biologie d. Tiere Deutschlands L. 2, T. 29.
Reitter, E., Fauna Germanica. Die Käfer des deutschen Reiches Bd. I. Stuttgart 1908; Bd. II. Stuttgart 1909; Bd. III. Stuttgart 1911; Bd. IV. Stuttgart 1912; Bd. V. Stuttgart 1916.

ROLLA, G., und DOMANIA, R., Das Marchfeld und die Marchfelder-Wohlfahrtsaufforstungen. Wien, Verlag des Niederöst. Landes-Aufforstungskomitees, 1914.
SCHIMITSCHEK, E., Einfluß der Umwelt auf die Wohndichte der Milben und Collembolen. (Unter besonderer Berücksichtigung der Bodeneigenschaften.) Zeitschr. f. angew. Entomologie **XXIV**, H. 2, S. 216—247. Juli 1937.
SCHRECKENTHAL, G., Bodenkundliche Untersuchungen im Aufforstungsgebiete des Marchfeldes. Centralbl. f. d. gesamte Forstwesen **LIV**, H. 12, S. 377—398, 1928.
SELLNICK, M., Formenkreis Hornmilben (Oribatei). In: BROHMER, P., EHRMANN, P., ULMER, G., Die Tierwelt Mitteleuropas **III** 4. Lief.
SEKERA, F., Probleme der Bodenbiologie. Schriftenreihe der Hochschule f. Bodenkultur. H. 1. Wien 1941.
SORAUER, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten **IV**, I. T. Berlin, Paul Parey, 1925.
SOUDEK, ST., Fauna Lesni Hrabanky. Bullétin de L'école Supérieure D'Astronomie. Bruv. Sign. D. 8, 1928.
STITZ, H., Die Ameisen (Formicidae) Mitteleuropas, insbesondere Deutschlands. SCHROEDER, Insekten Mitteleuropas **II**. Bd.
STREBEL, O., Beiträge zur Biologie, Ökologie und Physiologie einheimischer Collembolen. In: Ztschr. f. Morphol. u. Ökologie d. Tiere **XXV**. S. 31, 153, 1932.
STRENZKE, K., Untersuchungen über die Tierwelt feuchter Böden. Forschungen u. Fortschritte **XXI XXIII**. Nr. 10/11/12, Juli 1947.
SÜCHTING, H., Biologie des Waldbodens. Forstliche Wochenschrift Silva **XVII**, Nr. 8, 22. Februar 1929.
THOR, SIG., Einführung in das Studium der *Acarina* (Milben). In: DAHL, Die Tierwelt Deutschlands. 22. Teil. 1931.
TRÄGÅRDH, I., Studies on the fauna of the soil in swedish forests. Skogskögskolans festkrift. Stockholm 1928.
— —, Studies in the fauna of the soil in swedish forests. IV. Intern. Congress of Entomologie. Vol. II. Naumburg a. d. S. 1929.
— — Die Milben und ihre ökologischen Beziehungen zu den Insekten. Arbeiten über physiologische u. angewandte Entomologie **X**. Nr. 2/3, S. 124—135, 1943.
TÜMPEL, R., Die Geradflügler Mitteleuropas. Eisenach, M. Wilckens Verlag, 1901.
ULRICH, TH., Die Makrofauna der Waldstreu. Quantitative Untersuchungen in Beständen mit guter und schlechter Zersetzung des Bestandesabfalles. Hannover, M. u. H. Schaper, 1933.
VITZTUM, H., Milben, *Acari*. In: P. BROHMER, G. EHRMANN, G. ULMER, Die Tierwelt Mitteleuropas **III**. Bd., 3. Lief.
— — *Acarina* (mit Ausnahme der *Ixodina, Hydracarina* und *Eriophyina)*. In: SCHULZE, P., Biologie d. Tiere Deutschlands 3. Lief., 21. T., 1923.
VOLZ, P., Untersuchungen über Mikroschichtung der Fauna von Waldböden. Zool. Jahrb. Abt. f. Syst., Ökol. u. Geogr. d. Tiere **LXVI**. S. 153—210, 1934/35.
WEBER, H., *Copeognatha*. In: SCHULZE, P., Biologie d. Tiere Deutschlands Lief. 39, T. 27, 1936.
ZWÖLFER, W., Beiträge zur Kenntnis der Schädlingsfauna Kleinasiens. I. Über die Beziehungen der Getreidewanze *Eurygaster integriceps* Put. zu biotischen Umweltfaktoren (nebst Bemerkungen über deren praktische Verwertbarkeit). Ztschr. f. angew. Entomol. **XVII**, S. 227—252, 1932.

Zwei neue Milbenarten aus dem Marchfelde[1])

Von
Dr. Max Sellnick

Mit 5 Abbildungen

1. *Oppia minutissima* Sell. n. sp.

♀ Länge 176 μ, Breite 77 μ

Propodosoma nicht ganz so breit wie das Hysterosoma, Seiten vor Bein I sanft gerundet, Rostrum zuspitzend, aber vorne gerundet. Zwischen Bein I und II springt der Seitenrand des Propodosoma etwas gerundet vor. Der Halsteil ist eingebuchtet, aber von einem geradkantigen Chitinblättchen überspannt. Pseudostigmatum ein Chitinring, der hinten außen einen kurzen Chitinanhang hat. Organ eine Kugel oder eine Birne auf einem Stiel, der ein wenig länger als der Kopf ist. Vom Vorderrand des Pseudostigmatums verläuft eine kurze Chitinleiste nach innen und biegt nach vorne, um verspitzend zu endigen; neben und vor ihr außenseits einige Flecke. Ein Stückchen vor ihr noch einmal die Andeutung eines Chitinbälkchens. Die Rostralhaare stehen ein Stück hinter dem Rostralrande und nicht nahe beisammen. Sie sind mäßig lang. Die Lamellarhaare sind winzig und stehen etwas weiter auseinander als die Rostralhaare, etwas vor dem eben genannten Chitinbälkchen. Der Vorderrand des Hysterosoma reicht bis zur Höhe des Pseudostigmata. Er spitzt ein wenig zu, während der Hinterrand des Körpers abgestumpft gerundet erscheint. Der Vorderrand ist in geringer Breite chitinisiert. Hinter den Pseudostigmata zweigt von dem verstärkten Rande eine ganz kurze zuspitzende Chitinleiste ab und läuft in gerader Richtung auf die Rückenfläche hinauf. Nach vorne zu, etwa hinter den Lamellarhaaren, setzt sich an den Vorderrand eine kurze zuspitzende Chitinleiste an, die auf dem Propodosoma einen etwas nach außen biegenden Haken bildet. Der Raum zwischen beiden Haken ist im hinteren Teil durch eine Querleiste verbunden, die sich an den verstärkten Vorderrand des Hysterosoma legt, aber sehr deutlich von ihm abgrenzt. Außerhalb des Hakens und dicht daneben steht das sehr feine Interlamellarhärchen. Der

Abb. 1. *Oppia minutissima* Sell. n. sp.

[1]) Zur Arbeit von Jahn S. 208.

Rücken des Hysterosoma ist glatt. Ich zähle 8 Paar sehr feine Borsten darauf. An der Seite zwischen den Coxen III und IV befindet sich eine stumpfwinklige gerundete Ecke. Genitalöffnung klein, halb so lang wie die Analöffnung. Die Entfernung zwischen beiden ist etwa so groß wie die Analöffnung lang ist. Der Brustraum vor der Genitalöffnung ist etwas netzig gezeichnet.

1 Exemplar in 17. Kleinste bisher gefundene *Oppia*-Art.

2. *Pergamasus bidens* Sell. n. sp.

♀ Länge 638 µ, Breite 319 µ

Farbe braun. Skulptur, besonders im hinteren Teil des Rückenschildes, ein Netz von feinen eingedrückten Linien, die Maschen bilden, welche breiter als lang sind. Der ganze Rücken ist von einem Schild bedeckt, das hinten einen schmalen hellen Rand freiläßt und halbkreisförmig gerundet ist. Die Seiten sind etwa in der Mitte ihrer Länge sanft

Abb. 2. ♀ Vorderende des Körpers von der Seite mit Peritrema. *Pergamasus bidens* Sell. n. sp.

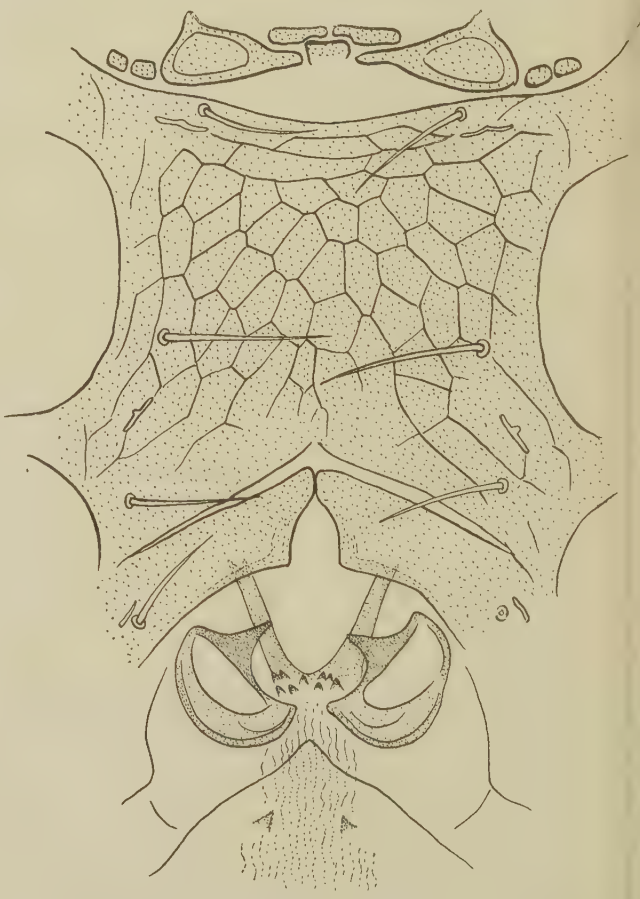


Abb. 3. ♀ Sternal- und Genitalteil. *Pergamasus bidens* Sell. n. sp.

eingedrückt. Vom Schulterhaar an, das etwas länger als die anderen ist, spitzt sich der Körper nach vorne etwas zu und vor der Schulter ist eine flache Bucht zu sehen. Der Vorderrand des Körpers aber ist gut abgestutzt und etwas verstärkt chitinisiert, was auch durch eine dem Vorderrand parallele Linie angedeutet wird. Die Borsten auf der vorderen Hälfte des Rückens sind spärlicher und etwas kleiner als die auf der hinteren mit Ausnahme der vertikalen und humeralen. Die Borsten auf dem Notogasterteil sind mäßig lang, aber nicht so lang, daß eine von ihnen die hinter ihr stehende erreicht. Die am Hinterrand stehenden scheinen das, von oben her gesehen, zu tun. Bei seitlicher Betrachtung kann man aber feststellen, daß es nicht so ist.

Das Rückenschild hängt vorne in Höhe von Coxa I mit dem Peritrematale zusammen. Zwischen dem Peritrematale und dem Ektopodiale gibt es aber einen schmalen Raum. Das Peritrema ist verhältnismäßig kurz. Vom Hinterrand der Coxa III, wo sich das Stigma befindet, reicht es nur bis etwas vor die Mitte von Coxa II. Hinten geht das Peritrematale ohne jede Naht in das Ventralschild über.

Die Jugularia sind gut dreieckig, breiter als lang, innen nach dem Tritosternum mit scharfwinkliger Spitze. Vor dem Tritosternum 2 schmale in einer Reihe liegende Schildstückchen und außenseits der hinteren Außenecke der Jugularia 2 rundliche Schildchen nebeneinander. Der Vorderrand des Sternale ist fast gerade, wenig rückwärts eingebuchtet, sich zwischen Coxa I und II als ein recht breiter Chitinstreifen schiebend. Hinterrand des Sternale mit nach vorne springendem stumpfem Winkel, aber ohne deutliche Kerbe im Winkel. Der Panzer ist mit mäßig großen polygonalen Feldern bedeckt. Porus 1 hinter und außenseits der Borste 1, die fast am Vorderrande des Sternale sitzt, waagrecht. Porus 2 zwischen Borste 2 und 3 und schräg gestellt. Die Borsten des Sternale sind mäßig lang.

Die Metasternalia sind mäßig breit. Sie berühren sich mit ihrer inneren vorderen stumpfen Ecke und lassen dahinter einen bogenfensterähnlichen Raum für die Spitze des Epigyniums frei. Das Genitalgebilde ist recht eigenartig gestaltet. Jederseits befindet sich ein nach hinten und außen gerichteter Halbbogen. Der Innendurchmesser dieses Bogens wird durch ein schmales Chitinband gebildet, das nach innen zu eine scharfe Chitinspitze ansitzen hat. Zwischen den beiden wenig getrennten Halbbögen und etwas über der Stelle, an der sie sich am nächsten sind — also an ihrem unteren Ende — befindet sich eine Anzahl nach vorne gerichteter kegeliger Spitzchen. Dahinter erblickt man 2 divergierende Leisten, die jede in 2 Spitzen endigen und bis unter die Metasternalia reichen. Unterhalb des ganzen Gebildes im Innern eine unklare Längsfältelung. Auf der Innenseite des Epigyniums befinden sich in einiger Entfernung voneinander 2 deutliche kegelige Chitinspitzen, was ich bisher noch bei keiner anderen *Pergamasus*-Art angetroffen habe.

Das Epistom hat 3 scharfe Spitzen, deren mittlere wenig länger als die seitlichen ist. Der Digitus mobilis der Mandibel ist am Ende zu einem etwas deutlicheren Haken gekrümmt als der D. fixus. Auf der Schneide sitzen 4 Zähne, die von vorne nach hinten zu etwas an Größe abnehmen und nicht sonderlich stark entwickelt sind. Hinter dem vorderen ein kleiner Pilus dentarius.

♂ Länge 572 μ, Breite 275 μ

In Form und Farbe dem ♀ ähnlich, doch fehlt natürlich die durch den unbedeckten Hinterrand beim ♀ gegebene Verbreitung des hinteren Körperteils. Skulptur und Borsten wie beim ♀.

Abb. 4. ♀ Epistom

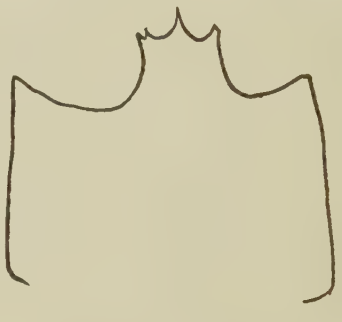


Abb. 5. ♂ Epistom

Das Epistom springt in der Mitte des Vorderrandes mit einer Zunge vor, ähnlich wie beim ♀, doch sind die Spitzen anders gestaltet. Die Mittelspitze ist sehr scharf, die seitlichen am Ende in 2 Spitzen geteilt oder auch schräg abgestuzt. Alle Spitzen sehr viel kürzer als beim ♀.

Der Digitus fixus hat auf der Schneide anscheinend keinen einzigen Zahn. Der Digitus mobilis ist breiter als der fixus, der rückseitige Chitinbogen schmal und die Öffnung zwischen ihm und dem Gliede ein längerer schmaler Schlitz. Am Ende des Gliedes ein gut zugespitzter Haken. Die Schneide hat etwa am vorderen Drittel der Länge einen nach hinten gerichteten guten Zahn.

Bein II ist nicht besonders auffallend charakterisiert. Das Femur ist nicht dicker als das vorhergehende und das folgende Glied, nicht sonderlich stark. Der Processus femoralis ist länglich kegelförmig gestaltet und steht senkrecht vom Gliede ab. Der Processus axillaris besteht aus einer niedrigen Apophyse, auf der ein Kegel oder ein Messer sitzt, das mit dem Pr. femoralis einen halben rechten Winkel bildet. Die Entfernung vom Pr. axillaris bis zum inneren Vorderrande des Gliedes ist etwa so lang wie der Pr. femoralis. Der Pr. genualis ist ein schmaler nach dem vorderen Ende des Gliedes geneigter kleiner Chitinberg, der in der Mitte der Beugeseite steht. Der Pr. tibialis ist dem Pr. genualis ähnlich in Gestalt und Stellung, nur wenig größer. Sonst hat Bein II keine besonderen Merkmale.

6 ♂♂, 3 ♀♀ in 42.

Neue Beobachtungen über die Koloniengründung der Ameisen und Stellungnahme zum Eidmannschen Schema

Von

K. Hölldobler

Neues zur Koloniengründung von *Formica gagates* und *rufibarbis*

Ich habe 1936 eine Koloniengründung von *Formica gagates* im Biol. Zentralblatt beschrieben. Ich hatte das junge Weibchen Mitte August 1934 in meinem Garten in Erling-Andechs (Obb.) gefangen. Das Tier überwinterte ohne Brut, begann am 8. Mai 1935 zu legen und erzog bis 13. August 1935 die erste Arbeiterin. Bis September zog sie 5 Arbeiterinnen auf.

Dieser Entwicklungsgang entspricht ungefähr dem von Eidmann für *Formica fusca* beschriebenen.

Es fiel mir aber bei meinen Beobachtungen immer schon auf, daß das jahreszeitliche Erscheinen der Geschlechtstiere in den verschiedenen Gegenden Deutschlands verschieden ist und daß auch in verschiedenen Jahren je nach der Witterung große Schwankungen im Hochzeitsflug auftreten.

In den Beobachtungsjahren in Oberbayern (1930—1937) war der Hochzeitsflug von *gagates* im August. Für das mittlere Maingebiet gibt Gösswald geflügelte Geschlechtstiere bei *gagates* von Juni bis Mitte August an. Es zeigt dies schon an, daß die Tiere zu ganz verschiedenen Zeiten zum Schwärmen kommen. 1946 waren in günstig liegenden Nestern bei Ochsenfurt im Juni voll ausgereifte Geschlechtstiere, während in anderen Nestern noch Geschlechtstierkokons mit weißen Puppen waren. Als Hauptzeit des Hochzeitsfluges kann für 1946 die Zeit um den 28. Juni gelten. In meinem Garten fing ich das zum später geschilderten Versuch verwendete Weibchen erst am 1. August 1946, wo es noch deutlich die Erregung nach dem Hochzeitsflug zeigte.

Unsere *Serviformica*-Arten haben in der Regel zwei Legeperioden, eine kürzere im Frühjahr, eine längere im Sommer. Die Geschlechtstiere werden meist aus dem Frühjahrsgelege erzogen. Im Formicar konnte ich für *gagates* beweisen, daß auch aus der zweiten Legeperiode noch Geschlechtstiere erzogen werden können. Da es meines Wissens das erstemal ist, daß über die Aufzucht von weiblichen Geschlechtstieren einer *Formica*-Art im Formicarium berichtet wird, sei dies etwas näher geschildert.

Die Kolonie wurde im Frühjahr 1945 aus einem Steinbruch bei Ochsenfurt geholt. Ich hatte den Eindruck, eine ziemlich junge Kolonie vor mir zu haben, da nur etwa 100 Arbeiterinnen und nur ein Weibchen unter dem Neststein waren. Ich verwendete ein vereinfachtes Wasmann-Nest nach SCHMITZ. Als erstes Hauptnest diente ein Holzblock aus der knorrigen Wurzel von *Salix caprea*. Später schloß ich zwei Santschi-Nester an. Boden und Decke dieser Nester bestehen aus Glasplatten, die Umrandung ist aus Gips. Angefeuchtet wurde immer nur ein Nest, da die Ameisen für die Kokons trockene Plätze suchen. Gefüttert wurde mit Kunsthonig und sehr viel Insekten. 1945 vermehrte sich die Kolonie sehr gut. 1946 wurden vom ersten Gelege neben vielen Arbeiterinnen 5 geflügelte Weibchen erzogen. Das erste Weibchen schlüpfte am 4. Juni 1946. Vom zweiten Gelege wurden 2 Weibchen erzogen, die am 15. August 1946 und am 17. August 1946 schlüpften. Die Aufzucht des ersten Geleges war zeitlich mehr zusammengedrängt, während vom zweiten Gelege noch Ende August die letzten Arbeiterinnen sich einspinnen, die ersten Arbeiterinnen aber schon Anfang August aus den Kokons kamen.

Dieser Fall [1]) zeigt einmal, daß es bei sorgfältiger Pflege durchaus möglich ist *Serviformica*-Kolonien im Formicar zur Geschlechtsreife zu bringen, zum anderen zeigt er, daß auch aus dem zweiten Gelege noch Geschlechtstiere entstehen können. Dies wäre auch bei Beobachtungen im Freien zu beachten. Bei *Lasius flavus* z. B. sprechen die häufigen Spätschwärme im Oktober, die hier im Jahre 1944 sehr stark waren, auch für die Aufzucht von Weibchen und Männchen aus einem späteren Gelege.

Das bereits erwähnte am 1. August 1946 gefangene junge *gagates*-Weibchen setzte ich in eine Petrischale, in die ich ein Stückchen nasses Rehleder legte. Ich lasse Notizen aus dem Beobachtungsprotokoll folgen:

5. 8. 1946: Das Tier hat ein Klümpchen von etwa 15 Eiern. Das Abdomen ist dick.
11. 8. 1946: Ich zähle 17 Eier.
15. 8. 1946: Es sind 2 Larven vorhanden und 12 Eier.
16. 8. 1946: 3 Larven und ein Klümpchen Eier.
18. 8. 1946: 7 Larven, 5 Eier. 2 Larven sind deutlich größer, 2 mittel, 3 ziemlich frisch geschlüpft. Das Brutpaket hält noch zusammen und wird vom Weibchen noch als ein Stück getragen.
19. 8. 1946: 10 Larven, die ziemlich gleich groß sind. Das Brutpaket hält noch locker zusammen. Es scheinen nur noch 2 Eier dabei zu sein.

---

[1]) Bei den erwähnten ♀♀ handelt es sich um Mikrogynen, wie sie bei *gagates* häufig, ja regelmäßig auftreten. Das Auftreten von Mikrogynen wird in der Literatur auch für andere *Serviformica*-Arten erwähnt. Ich selbst halte sie für ein besonderes Charakteristikum von *gagates* und glaube, daß sich ihre Erwähnung für *fusca* auf irrtümliche Bestimmung stützt. In manchen Fällen könnte es sich auch um parasitär verursachte Krüppelformen handeln. Unter vielen Tausenden von untersuchten Nestern fand ich nur bei *Serviformica gagates* Mikrogynen, deren biologische Bedeutung (anscheinend vor allem Förderung der Polygynie und Zweigkolonienbildung) noch nicht geklärt ist. Bei selbständiger Koloniengründung habe ich Mikrogynen noch nicht beobachtet. Ich verweise hier noch auf die ungeklärte Bedeutung von Mikrogynen bei *Formica rufa*.

20. 8. 1946: 12 Larven, 2 Eier. 2 Larven sind deutlich größer. Brutpaket hält nicht mehr zusammen.
21. 8. 1946: 10 Larven, 2 Eier. 2 Larven in der Größe voraus, 2 sehr klein. Wetter heute sehr kühl.
23. 8. 1946: 8 annähernd gleich große Larven, von denen eine an einer neunten Larve festgebissen ist und sie ausfrißt.
26. 8. 1946: 7 Larven. Eine sehr klein, die anderen ziemlich gleich.
27. 8. 1946: 7 annähernd gleich große Larven. Das Weibchen hat vom Leder einen kleinen Ballen Nagsel abgenagt. Einige Larven zeigen lebhafte Bewegung des Kopfteiles. Sie scheinen sich einspinnen zu wollen.
29. 8. 1946: 7 Larven. Drei haben Kot ausgestoßen und sind nun Präpuppen. Eine hat das Nagselpaket am Kopfteil. Ich gebe etwas Nestschutt aus einem Formicar in die Schale.
30. 8. 1946: Das Weibchen hat viel Nestmaterial zusammengetragen und es zum Teil auch über die Larven gedeckt. Diese sind aber schon über die Spinnzeit hinaus.
1. 9. 1946: 6 Präpuppen, 1 Larve mit Kotsack.
2. 9. 1946: Die Präpuppen liegen nebeneinander, die letzte Larve ist eingebettet.
6. 9. 1946: Es sind drei nackte Puppen und Präpuppen im Nest.
9. 9. 1946: 5 nackte Puppen und 1 Präpuppe.
14. 9. 1946: 2 Puppen haben dunkle Augen.
15. 9. 1946: 3 Puppen haben dunkle Augen.
18. 9. 1946: Es sind nur 5 Puppen im Nest. Alle haben dunkle Augenflecke.
19. 9. 1946: Eine Puppe ist stark gedunkelt.
20. 9. 1946: Es sind nur noch 4 Puppen. Eine ist stark gedunkelt, eine etwas weniger. Zwei sind weiß.
22. 9. 1946: Es sind nur noch 3 Puppen. Eine ist noch hell. Am Abend sind es nur noch zwei. Eine dunkle Puppe und eine helle.
24. 9. 1946: Eine Arbeiterin ist vorhanden. Die weiße Puppe fehlt auch.

Dieser Versuch ist in mancher Hinsicht beachtenswert. In erster Linie zeigt er, daß ein *Formica gagates*-Weibchen noch im Jahre des Hochzeitsfluges die Koloniengründung durchführen konnte, obwohl das Tier erst ziemlich spät im Herbst schwärmte. Diese Form findet keinen rechten Platz im Schema EIDMANNS, da man den Hochzeitsflug am 1. August doch nicht als früh bezeichnen kann.

Bei *Formica gagates* sind nackte Puppen keine Seltenheit. Wenn man nackte Puppen bei Ameisen findet, dann sind es nicht selten solche, die nach der Verpuppung aus den Kokons gezogen wurden. In diesem Falle waren es einwandfrei von Anfang an nackte Puppen. Das Einspinnen unterblieb, da die Puppen nicht eingebettet wurden. Bezeichnend ist, daß das Weibchen versuchte, sich Nagsel zum Einbetten zu verschaffen und daß die Larven am 27. August 1946 Spinnbewegungen zeigten. Die *gagates*-Puppen können sich anscheinend nicht einspinnen, wenn sie nicht sorgfältig eingebettet werden. In meinen Formicarien geschah dies auch immer. Von anderen Ameisen wissen wir, daß sie auf das Einbetten nicht angewiesen sind (z. B. *Lasius niger*, siehe GÖSZWALD 1938, *Camponatus herculeanus* nach eigener Beobachtung).

Etwas rätselhaft ist, daß von den 6 bzw. 5 Puppen nur eine zur Imago wurde. Das Weibchen hatte während der ganzen Zeit ein frisches Aussehen. Wenn es aber eine Puppe, oder gar mehrere so rasch hintereinander gefressen hätte, hätte man ihm das ansehen müssen. Ich glaube,

daß ein oder einige Poduren sich als Bruträuber betätigten. Der Deckel der Schale schloß nicht ganz fest und eines Tages sah ich einen Poduren, der sich im Mulm zu verkriechen suchte. Ich gebe solchen Eindringlingen die Schuld, daß das Weibchen nicht 6 Arbeiterinnen großbrachte.

Ergänzend sei noch folgende Beobachtung mitgeteilt: Im Sommer 1948 (Tag nicht notiert) fing ich bei Ochsenfurt 2 ♀♀ von *Formica rufibarbis*. Das eine setzte ich in ein Santschi-Nest, das ich nicht verdunkelte, das andere in eine helle Petrischale. Das erste Tier begann bald mit der Eiablage und zog bis Oktober 2 ☿☿ auf. Auch in diesem Falle sponnen sich die Larven nicht ein. Zur Zeit des Auskommens der ☿♀ waren heuer im Freien und in meinen Formicarien noch viele Kokons vorhanden. Das zweite Tier legte 1948 keine Eier mehr. Diese Beobachtung ergänzt die von *gagates* sehr gut, da damit für beide biologischen Gruppen von *Serviformica* (HÖLLDOBLER 1948) erwiesen ist, daß sie das erste Gelege entweder noch im Jahre des Hochzeitsfluges beginnen und aufziehen oder dies erst im nächsten Jahre tun.

Über das EIDMANNsche Schema des zeitlichen Ablaufs der autonomen Koloniengründung

Nach EIDMANN läßt sich die unabhängige Koloniengründung der Ameisen nach ihrem zeitlichen Verlauf in drei Gruppen teilen, für die er folgendes Schema aufstellt:

	Hochzeitsflug	Eiablage	Erscheinen der ersten Arbeiterin
I. Gruppe	früh	Im Jahre des Hochzeitsfluges	Im Jahre des Hochzeitsfluges
II. Gruppe	mittel		
III. Gruppe	spät	Im nächsten Jahr	Im nächsten Jahr

Nach seiner Ansicht ist eine der angeführten 3 Typen für fast alle Arten mit autonomer Koloniengründung charakteristisch. EIDMANN hat sein Schema nach einzelnen Beobachtungen an *Myrmica rubida, Camponotus herculeanus, Formica fusca, Lasius niger* und *Lasius flavus* aufgestellt bzw. weitergestützt. Daß für *Lasius niger* und *Lasius flavus* nicht eine Gruppe des Schemas allein gültig ist, erwähnt auch EIDMANN. Für *Camponotus herculeanus* ist durch die Beobachtungen von GÖSSWALD, GOETSCH, VIEHMEYER und mir nachgewiesen worden, daß keine der drei Gruppen als wirklich für die Art typisch gelten kann. Das gleiche habe ich für *Serviformica* in dieser Arbeit gezeigt. Für *Myrmica rubida* ist noch nicht einmal klar, ob sie überhaupt im Kessel abgeschlossen, ohne auf Futtersuche zu gehen, ihre Kolonien gründen kann. Leider kam ja EIDMANNS Versuch nicht zum Abschluß.

So zweckmäßig also das EIDMANNsche Schema im ersten Augenblick zur Typisierung des zeitlichen Ablaufes der Koloniengründung er-

scheint, so ist es doch nicht zweckmäßig, da sowohl die Zeit des Hochzeitsfluges, wie der zeitliche Ablauf der Koloniengründung je nach dem Klima der Gegend, der Witterung des betreffenden Jahres und je nach den anderen, jeweils gegebenen äußeren Umständen so große Schwankungen aufzeigt, daß eine klare Eingliederung der einzelnen Arten in das Schema scheitert.

Ich glaube daher nicht, daß das EIDMANNsche Schema weiterhin dazu dienen kann, den zeitlichen Ablauf einer autonomen Koloniengründung arttypisch zu charakterisieren.

Bei so vielen Möglichkeiten kann man nur wenige Punkte als gesetzmäßig festhalten.

1. Bei Arten, deren erwachsene Völker ohne Brut überwintern, überwintern auch die nestgründenden Weibchen ohne Brut.
2. Bei Arten, deren erwachsene Völker mit Brut überwintern, können die jungen Weibchen je nach der Zeit des Hochzeitsfluges mit oder ohne Brut überwintern.
3. Ist der Hochzeitsflug so zeitig, daß in den alten Nestern die letzte Legeperiode noch nicht beendet ist, können je nach den äußeren Umständen auch die jungen Weibchen dieser Arten noch im Jahre des Hochzeitsfluges mit dem Eierlegen beginnen.
4. Bei Arten, die das letzte Gelege des Jahres noch im selben Jahre zur Imagoreife bringen (z. B. *Serviformica*), bringen auch die jungen Weibchen die im Jahre des Hochzeitsfluges gelegten Eier noch zur Imagoreife.
5. Bei Arten, die mit Larven überwintern, können die jungen Weibchen wie die alten Kolonien mit Larven überwintern. Bei günstigen äußeren Umständen erziehen sie aber die ersten Arbeiterinnen manchmal noch im Jahre des Hochzeitsfluges.

Schrifttum

EIDMANN, H., Die Koloniengründung der einheimischen Ameisen. Z. f. vergl. Physiologie **3**, 614, 1926.

— — Weitere Beobachtungen über die Koloniengründung einheimischer Ameisen. Z. f. vergl. Physiologie 1928.

— — Die Koloniengründung von *Formica fusca* L. nebst Untersuchungen über den Brutpflegeinstinkt von *Formica rufa* L. Zool. Anz. **82**, 1929. (WASMANN-Festband.)

— — Die Koloniengründung von *Lasius flavus* F. nebst weiteren Untersuchungen über die Koloniengründung der Ameisen. Biol. Zentralbl. **31**, Heft 12, 1931.

— — Die Überwinterung der Ameisen. Z. f. Morphologie und Ökologie der Tiere **39**, A. 2, 1943.

GÖSSWALD, K., Ökolog. Studien über die Ameisenfauna des mittleren Maingebietes. Z. w. Z. **142**, Heft 1/2, 1932.

— — Grundsätzliches über parasitische Ameisen unter besonderer Berücksichtigung der Koloniengründung von *Lasius umbratus* Nyl. Z. w. Z. **151**, 1938.

GÖTSCH, W. u. KÄTHNER, BR., Die Koloniengründung der Formicinen und ihre experimentelle Beeinflussung. Z. f. Morphol. und Ökologie der Tiere **33,** Heft 2, 1937.

HÖLLDOBLER, K., Beiträge zur Koloniengründung der Ameisen. Biolog. Zentralbl. **56,** Heft 5/6, 1936.

— — Weitere Beiträge zur Koloniengründung der Ameisen. Zool. Anzeiger **121,** 143/44, 1938.

— — Über die forstlich wichtigen Ameisen des nordostkarelischen Urwaldes. Z. f. angew. Ent. **30,** Heft 4, 1944.

— — Weitere Mitteilungen über die Ameisenfauna Nordostkareliens. 3. Zur Biologie der *Formica* Arten. Z. f. angew. Ent. **30,** Heft 4, 1944.

— — Über ein parasitologisches Problem. Die Gastpflege der Ameisen und die Symphilie-Instinkte. Z. f. Parasitenkunde **14,** 3—26, 1948.

STÄGER, R., Die Geschichte einer Koloniengründung der *Formica fusca* an der Baumgrenze. Zoolog. Anz. **82,** 1929. (WASMANN-Festband.)

STITZ, H., Ameisen oder *Formicidae*. 37. Teil von „Die Tierwelt Deutschlands" 1937.

Ein Bostrychide, *Stephanopachys substriatus* Payk. als Gerbrindenschädling

Von

Erdmuthe Schurr-Michel

Mit 6 Abbildungen

Vor etwa 4 Jahren wurde an das Institut für angewandte Zoologie in München von einer Thüringer Lederfabrik eine Fichtenrindenprobe gesandt. Bisher war es jedoch nicht möglich, die folgende kurze Abhandlung erscheinen zu lassen.

Der Besitzer der Fabrik stellte bei Überprüfung seiner Rindenvorräte fest, daß ein Viertel bis ein Drittel eines Siloinhaltes von einem ihm unbekannten Insekt befallen und zernagt war. Als Urheber dieses Schadens ließ sich der Bostrychide *Stephanopachys substriatus* Payk. (= *Dinoderus substr.* Payk.) ermitteln, ein naher Verwandter der Anobien, deren Familien schon lange als technische Großschädlinge bekannt sind. *Steph. substr.* ist nach Saalas über den größten Teil von Europa verbreitet. Trotzdem kann sein Auftreten als selten bezeichnet werden. In Deutschland ist der Käfer vor allem in den östlichen Gebieten gefunden, so z. B. auch in Bayern. Auch aus Österreich wird nach Redtenbacher sein Vorkommen gemeldet, ferner aus Ungarn, Syrien, Sibirien und Nordamerika (Schaufuss, Erichson).

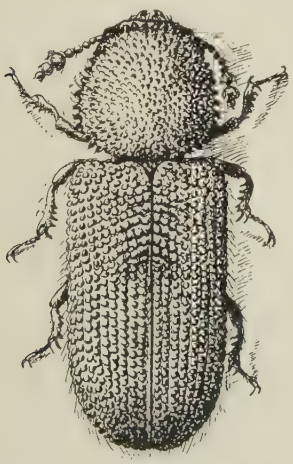


Abb. 1. *Stephanopachys substriatus* P. Vergr. etwa 11 ×. Zeichnung Dr. EHRLICH

Der ganze Habitus von *Steph. substr.* wie der der Bostrychiden überhaupt, erinnert stark an den der Borkenkäfer. Zum Unterschied zu den nahe verwandten Familien (Borkenkäfer, Anobien) ist der Körper der Bostrychiden meist länger und der Fühler

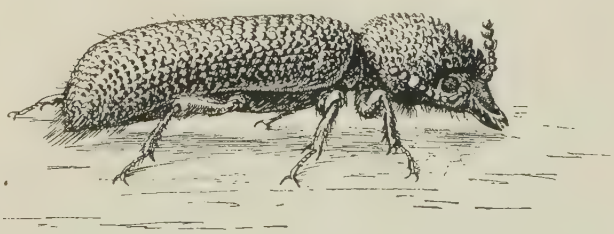


Abb. 2. *Stephanopachys substriatus* P. Seitliche Ansicht. Vergr. etwa 11 ×. Zeichnung Dr. EHRLICH

ungekniet. Der 4,5—6,0 mm große, walzenförmige Körper von *Steph. substr.* (Abb. 1 und 2, S. 285) ist tiefdunkelbraun bis schwarz gefärbt und dicht und borstig behaart, Beine und Fühler sind rostbraun. Sein Kopf ist von oben nicht sichtbar, da das Halsschild ihn kapuzenförmig überdeckt, welches besonders am Vorderrand stark gehöckert ist. Die Flügeldecken zeigen in Längsstreifen stehende Körnelung. Das Männchen trägt am letzten sichtbaren Abdominalsegment ventral beiderseits einen schrägen Eindruck, sonst sind die Geschlechter äußerlich schwer unterscheidbar.

Die Larven des Käfers, deren Hinterende bauchwärts eingekrümmt sind, sind weißlich und weichhäutig (Abb. 3), stark behaart, mit ausgeprägten Querwülsten auf dem Rücken und besitzen als besonderes Kennzeichen gegenüber den Borkenkäferlarven wohlausgebildete Beine. Dieses Merkmal kann mit zur Unterscheidung gegenüber den Borkenkäfern dienen.

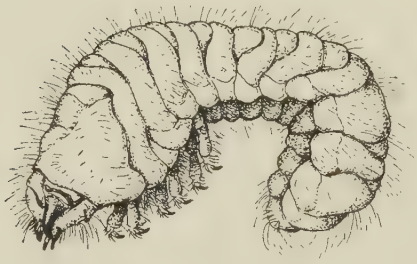


Abb. 3. Larve von *Stephanopachys substriatus* P. Vergr. etwa 11 ×. Zeichnung Dr. EHRLICH

Abb. 4. Parasit von *Stephanopachys substriatus* P. Vergr. 27 ×. Zeichnung Dr. EHRLICH

Die Puppen von *Steph. substr.* sind etwa 5,5 mm lang, reinweiß, mit bräunlichen Mundwerkzeugen und Flügelanlagen.

Ein Teil des vorliegenden Materials war parasitiert. Meist fanden sich 5 Parasiten in einer Puppe, maximal wurden elf beobachtet. Die Parasiten konnten nach ihrem Ausschlüpfen als eine Chalcididenart bestimmt werden, die nach Angaben von VON NOVICKY (Wien) der Gattung *Rhopalicus* Först. nahesteht (Abb. 4).

Über die Biologie von *Steph. substr.* konnten leider keine genauen Beobachtungen gemacht werden. Im eingesandten Material befanden sich im April Larven, Puppen und Käfer gleichzeitig, wobei aber die Zahl der Larven auffallend gering war. Nach BEESON und BHATIA, die die Biologie von 69 Bostrychidenarten im Verlauf von 22 Jahren in Indien, Ceylon und Burma studierten, sollen 1—4 Generationen im Jahr auftreten. Heißes Wetter und Mondschein begünstigen das Vorkommen des Käfers. SAALAS fand *Steph. substr.* vom 15. Mai bis 13. September im Imaginalstadium.

Nach allen bisherigen Berichten ist *Steph. substr.* nie als primärer Schädling aufgetreten und höchst selten sekundär. Der Käfer befällt

hauptsächlich Fichte, daneben auch Kiefer. Saalas fand ihn zusammen mit *Steph. elongatus* Payk. (= *Dinoderus elongatus* Payk.) in brandgeschädigten Kiefernwäldern. „Wie die vorige Art (*Steph. elongatus*) ist auch *Steph. substriatus* ein typischer Bewohner von brandgeschädigten Wäldern. Auch diese Art lebt an stehenden, vom Feuer geschwelten Bäumen, an welchen die Larven allem Anschein nach unter der Rinde leben. Die Art ist sowohl an der Fichte wie auch an der Kiefer angetroffen worden, ist jedoch wahrscheinlich häufiger an erstgenanntem Baume. Die von mir gemessenen Fichten waren 9—32 cm dick."

Schaufuss berichtet über *Steph. substr.* daß er hauptsächlich unter der Rinde abgestorbener Nadelbäume lebt, namentlich *Pinus silvestris*, weshalb der Käfer auch in Ungarn in Lohgerbereien in größerer Anzahl angetroffen sei.

Bei unserem Material handelte es sich auch um Gerbrinde und zwar um Fichtenrinde, die in Silos von 15 m Höhe, 5 m Tiefe und 20 m Breite aufgestapelt ist. Sie lagerte dort schon 6 Jahre und kam fast ausschließlich aus dem Vorgelände des Thüringer Waldes. Ein Teil von ihr wurde aus Kärnten eingeführt, woher möglicherweise der Käfer mit eingeschleppt wurde. Die geschädigten Rindenstücke zeigen bei schwächerem Befall außen kreisrunde Bohrlöcher des Käfers mit etwa 2 mm Durchmesser. Bei stärker geschädigten Stücken sind die inneren, weicheren Schichten von zahlreichen unregelmäßigen, zum Teil platzartig erweiterten Gängen durchzogen, während noch stärkerer Befall dazu führt, daß die Rinde papierdünn und zerbrechlich wird, um schließlich in feines, sägemehlartiges Pulver zu zerfallen (Abbild. 5 und 6).

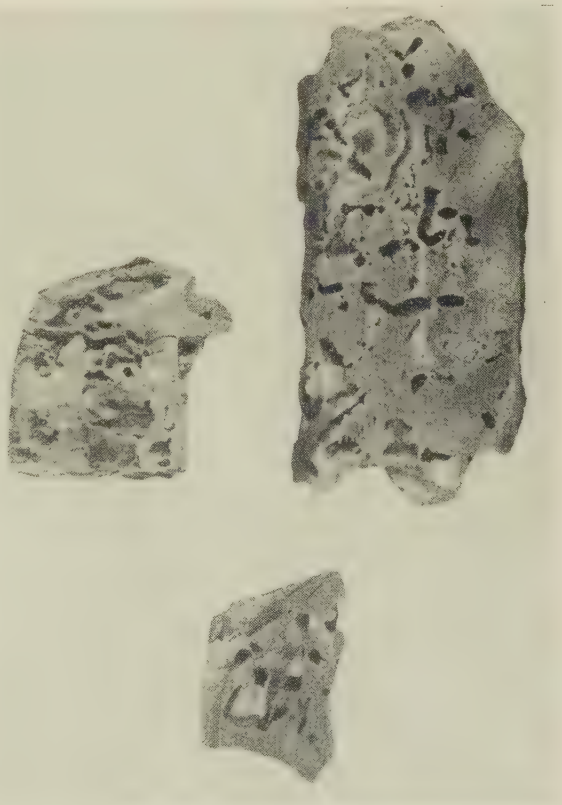


Abb. 5. Von *Stephanopachys substriatus* P. befallenes Rindenstück, etwa $^3/_4$ der natürlichen Größe

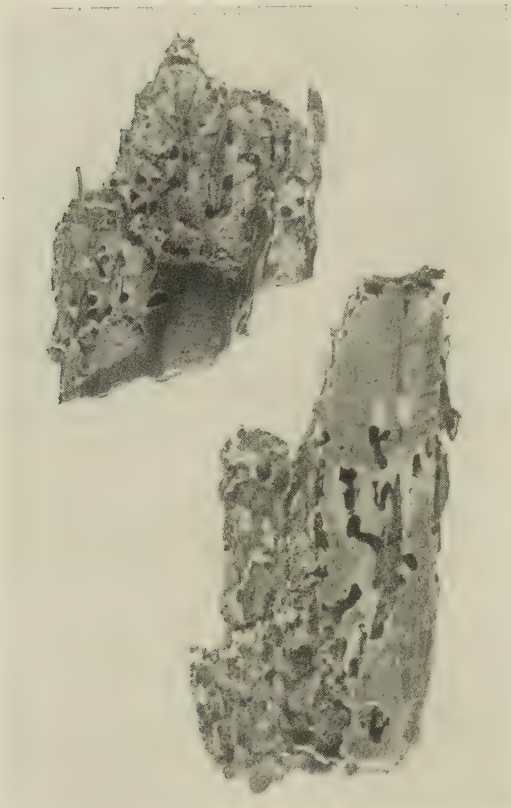


Abb. 6. Von *Stephanopachys substriatus* P. befallenes Rindenstück, stark zerfressen, etwa $^3/_4$ der natürlichen Größe

Da der Käfer hauptsächlich die inneren, gerbsäureführenden Schichten angreift, wird die Rinde je nach der Stärke des Befalles mehr oder weniger zu Lohebereitung unbrauchbar und der angerichtete Schaden ist bei der großen Menge der befallenen Vorräte, wie im vorliegenden Fall, stark.

Um eine Weiterverbreitung des Schädlings zu verhindern, kommen zur Bekämpfung ähnliche Mittel wie bei den Anobien in Frage, so vor allem Vergasung mit Schwefelkohlenstoff, Tetrachlorkohlenstoff und Blausäure, sofern diese Maßnahmen sich technisch durchführen lassen. Auch mit Xylamon sind in ähnlichen Fällen schon gute Resultate von SCHNEIDER-ORELLI erzielt worden. Ist eine Bekämpfung aus technischen Gründen unmöglich, so muß man darauf bedacht sein, die Rindenvorräte so schnell wie möglich zu verbrauchen oder zu vernichten.

Schrifttum

BEESON, C. F. C. u. BHATIA, B. M., On the biology of the *Bostrychidae* (Coleopt.). Indian for. Rec. (N. S. Ent.) e Nr. 12, Delhi 1937. Ref. in Review appl. Ent. Ser. A, **XXV**, 15, S. 480.

BOLLE, J., Die Ermittlung der Wirksamkeit von insektentötenden Mitteln gegen die Nagekäfer des verarbeiteten Werkholzes. Ztschr. f. ang. Ent. **5**, 105—117, 1919.

ERICHSON, F., Naturgeschichte der Insekten Deutschlands. Berlin, Nikolaische Verlagsbuchhandlung, 1889.

ESCHERICH, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. **II.** Berlin, Paul Parey, 1923.

REDTENBACHER, L., Fauna Austriaca **1**, 3. Aufl., 1874.

REITTER, E., Fauna Germanica **III.** Stuttgart 1911.

SAALAS, U., Die Fichten Finnlands **II.** Helsinki 1923.

SCHAUFUSS, Calwer Käferbuch.

SCHNEIDER-ORELLI, O., Über die Bekämpfung holzzerstörender Käferlarven (*Lyctus*). Mitt. d. Schweiz. Ent. Ges. **XV**, 9, 1932.

Entomologisches aus Afrika
(Beobachtungen über Kaffeeschädlinge)

Von

Dr. O. G. H. Fiedler, Südafrika

Mit 3 Abbildungen

I.

Biologische Notizen über Cocciden des Kaffeestrauches in Ostafrika

In den Kaffeekulturen Afrikas kommen sehr viele Arten von Schild- und Schmierläusen vor, bis jetzt sind deren 56 bekannt geworden. Zum Glück sind sie meist alle so gut wie harmlos und vermehren sich nur ausnahmsweise stärker unter besonders günstigen Bedingungen, so daß ihnen dann Aufmerksamkeit geschenkt werden muß. Einige wenige Arten jedoch gehören zu den wichtigen Kaffeeschädlingen, nach denen in der Pflanzung ständig Ausschau gehalten werden muß, wenn eine Katastrophe vermieden werden soll.

Zwei Vertreter der gefährlichen Gruppe an *Coffea arabica* sind im Kilimandscharogebiet die grüne Kaffeeschildlaus (*Lecanium viride* Green) und die Zweischwanzschmierlaus (*Pseudococcus bicaudatus* Keuch). Während im allgemeinen diese Läuse als Schwächeparasiten bezeichnet werden, welche gewöhnlich nur an Pflanzen auftreten, die infolge von schlechten Böden, falschen Kulturmaßnahmen oder anderen Erkrankungen schlecht gedeihen, so konnte bei diesen zwei Arten festgestellt werden, daß solche Voraussetzungen für ein Massenauftreten nicht nötig sind. Durchweg wurde beobachtet, daß diese Läuse nur in gut besonnten und windgeschützten Lagen auftreten und sich dort schnell vermehren, wodurch eine Bekämpfung notwendig wird. Ganz besonders waren es die jungen und jüngsten Anlagen, die trotz besten Gedeihens und guter Pflege immer wieder von diesen zwei Cocciden heimgesucht werden. Die alten Kaffeebestände werden zwar auch hier und da befallen; es ist dann aber auffällig, daß nur solche Bäume vom Schädling besiedelt werden, die zur meisten Zeit des Tages volle Besonnung erhalten. In diesen Fällen handelt es sich stets um sehr kleine Befallsherde, die sich nicht weiter ausbreiten.

In den noch unbeschatteten Pflanzungsblocks geht dagegen die Ausbreitung der Läuse in sehr kurzer Zeit über das ganze Areal vonstatten. Diese einheitliche Verbreitung der Schädlinge geschieht passiv und ist ausschließlich Angelegenheit der Ameisen, von denen im Untersuchungsgebiet

Pheidole punctulata Mayr den Hauptanteil hatte. Wie beobachtet werden konnte, packen die Ameisen die jungen Lauslarven, welche nur eine geringe Lokomotionsmöglichkeit besitzen, und tragen sie an geeignete Stellen des Strauches. Von den Ameisen werden besondere Züge ausgerüstet, um die Larven auf den umliegenden Kaffeepflanzen anzusiedeln. Wie weitgehend die Ameisen für die Wohnplatzwahl dieser Cocciden verantwortlich sind, zeigt folgende Beobachtung. Nachdem eine Ameisenkolonie für einen Tag beschäftigt war, Junglarven von *Lecanium viride* auf einen kleinen, noch unbefallenen Kaffeestrauch in der Nähe ihres Nestes zu tragen, wurde dieser vom Abend ab vollständig beschattet. Bereits in den Vormittagsstunden des nächsten Tages stoppte jeglicher weiterer Antransport von neuen Larven, wenn auch die Pflanze weiterhin regen Ameisenbesuch erhielt. Zwei Tage später begannen die Ameisen dann plötzlich die angesiedelten Läuse wieder abzutransportieren und auf den nächsten Strauch mit voller Besonnung zu tragen, so daß die künstlich beschattete Pflanze am Abend des gleichen Tages wieder frei von Schädlingen war.

Die Ameisen sind immer bemüht, möglichst viele Kaffeesträucher in der Umgebung ihres Nestes mit den Honigtau spendenden Läusen zu besiedeln, wodurch die auffallende Tatsache entsteht, daß man schon zu Beginn einer Kalamität viele Pflanzen mit einem zwar noch geringfügigen Lausbefall antrifft, der sich durch die sorgsame Pflege von seiten der Ameisen allmählich verstärkt. Die Ausbreitung der als Imagines meist unbeweglichen Cocciden von Pflanze zu Pflanze mit Hilfe der Ameisen geht viel schneller vor sich als bei den beweglichen Arten ohne Ameisenbesuch.

Durch die grüne Kaffeeschildlaus werden stets nur die unverholzten Pflanzenteile ohne verkorkte Rinde befallen. So sind sie also nur an den Blättern, grünen Zweigspitzen und den darauf folgenden grünen Internodien zu finden. Die Läuse sitzen dabei in Längsreihen hintereinander, an der Ober- und Unterseite der Blätter bilden sie Ketten zu beiden Seiten der Gefäßstränge.

An einigen Stellen der jungen Kaffeebestände zeigte sich die braune Schildlaus (*Lecanium hemisphaericum* Targ.-T.) mit einem stärker gewölbten Schild. Zu einem stärkeren Auftreten dieser Art kam es jedoch nie.

Von den Schmierläusen zeigte sich die Hauptart (*Pseudococcus bicaudatus* Keuch) auch nur auf jungen, noch unbeschatteten Sträuchern, wo sie an den Zweigenden und am Basalteil der Blätter entlang der Nerven saß. Die länglich ovalen Weibchen sind gänzlich mit einer körnigen weißen Wachsschicht überzogen. Sie werden bis 3 mm lang und besitzen außer den zwei dicken Wachsfortsätzen am Abdominalende noch viele dünne Wachshaare über den ganzen Körper verteilt. Mit Hilfe ihrer Beine können sie noch verhältnismäßig schnelle Ortsveränderungen über eine kurze Strecke vornehmen. Die geflügelten Männchen werden nur

bis 1,4 mm lang, der Wachsüberzug fehlt, nur die zwei Wachsschwänze und viele dünne Haare sind noch vorhanden. Die Extremitäten erlauben eine bedeutend bessere Lokomotion als beim Weibchen. Die Jugendstadien sind heller und gelblicher als die Imagines. Sie unterscheiden sich bereits nach Geschlechtern. Die mehr grünlichen männlichen Larven weisen Flügelanlagen auf, die seitlich an den Körper geklappt sind.

Die Läuse beider Geschlechter sitzen in dichten Kolonien beieinander, welche mit einer von den Weibchen produzierten, dichten Wachswolle

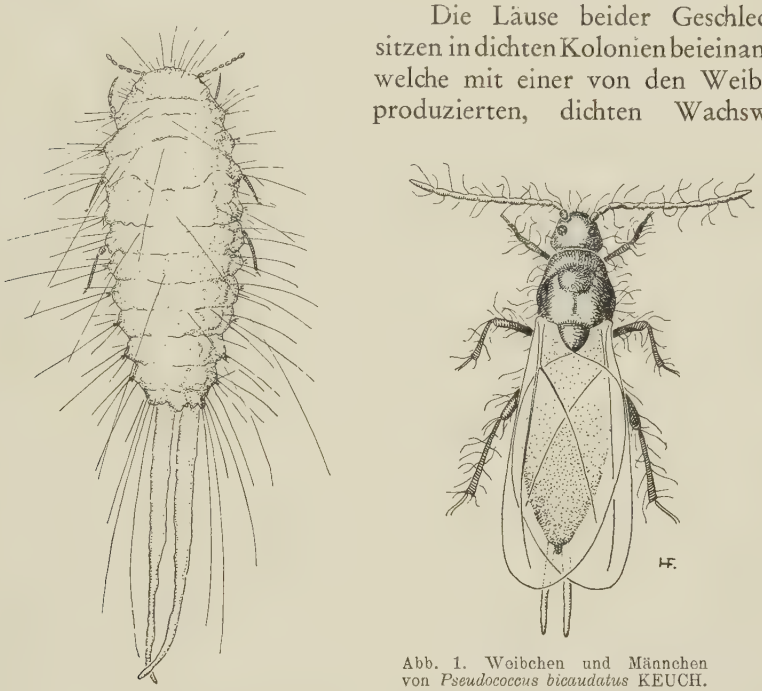


Abb. 1. Weibchen und Männchen von *Pseudococcus bicaudatus* KEUCH.

überzogen sind. Im Wachsgeflecht bleiben auch die schmutziggrauen Kottröpfchen hängen, wodurch der weiße Filz wie mit dunklen Punkten übersät erscheint. Die erwachsenen Weibchen gruppieren sich hauptsächlich an den Rand der Kolonie, während die Jugendstadien und ein Teil der Männchen in der Mitte sitzen. Die jungen Kolonien bestehen zunächst nur aus Weibchen.

In isolierten Herden trat des öfteren noch *Pseudococcus kenyae* Le Pelley auf. Die ovalen, dunkelvioletten Weibchen erreichen nur eine Größe von 2,5 mm. Ihre kurzen Extremitäten dienen kaum noch zur Fortbewegung. Die geflügelten Männchen, welche zu Ende der heißen Jahreszeit (Februar—März) beobachtet wurden, sind frei beweglich.

Diese Läuse sitzen ebenfalls kolonieweise zusammen. Jedes Weibchen ist in einem festen Gespinst aus langen Wachsfäden eingebettet, das einen Durchmesser von 5 mm erreicht. Die ganze Kolonie erhält durch die kugligen Wachsmäntel das Aussehen einer weißen Traube. Innerhalb der Wachshüllen befinden sich auch die 0,3 mm großen Eier und jüngsten

Larvenstadien, die etwas heller als die Imagines gefärbt sind. Die leicht beweglichen Larven verlassen mit einer Länge von 0,5 mm die Koloniegespinste und wandern auf die benachbarten, grünen Teile der Kaffeepflanze, wo sie sich gesellig niederlassen und mit der Saugtätigkeit beginnen. Die besuchenden Ameisen kümmern sich sehr um diese wandernden Jugendstadien, indem sie diese zu bestimmte Plätze lenken, sie packen diese nur, um sie fortzutragen, wenn ein weiter entfernt gelegener Strauchteil oder ein neuer Baum besiedelt werden soll.

Die Art wurde sowohl an jungen, besonnten Kaffeepflänzchen wie auch in größerem Umfange in alten Beständen niedrig gelegener Pflanzungen (1000 m) beobachtet. Die Tiere saßen in der Hauptsache an den Blattstielen und zwischen Kirschenbüscheln, wo sie an den Kirschenstielen saugten. Bei starkem Befall wurden auch die grünen Zweigspitzen und die Unterseite der Blätter besiedelt. Während sich allgemein durch die Saugtätigkeit der Cocciden an den Zweigenden die Blätter einrollen und kräuseln, sowie die Internodien in ihrem Wachstum gehemmt werden, wodurch Krüppelwuchs entsteht, geht bei dieser Laus die Beschädigung noch weiter. Da ihr Wohnplatz hauptsächlich die Kirschenstengel sind, kommt an den von ihnen befallenen Sträuchern noch eine Wachstumsverminderung und Verkrüppelung der Bohnen hinzu, wodurch diese Art zu einem direkten Schädiger der Ernte wird.

Als die angeführten Arten werden regelmäßig von verschiedenen Parasiten und Räubern befallen, gegen welche die Ameisen einen ständigen und oft erfolgreichen Krieg führen. So konnte gesehen werden, daß Schlupfwespen nur in größerem Maße an verlausten Sträuchern auftreten, zu denen allen Ameisen der Zutritt durch Leimringe versperrt war. An dieser ungehinderten Tätigkeit dieser Lausparasiten liegt es in der Hauptsache, wenn die Cocciden ohne Ameisenbetreuung absterben. Daß einzelne angreifende Coccinelliden von den Ameisen innerhalb der Lauskolonien angegriffen und getötet wurden, konnte festgestellt werden.

Anders liegt der Fall bei den räuberisch lebenden Raupen der Noctuide *Eublemma costimaculata* Saalm, welche sich ausschließlich von Cocciden ernähren. Die hellgrauen, fast unbehaarten Raupen stecken bis auf ihren schwarzbraunen Kopf und gleichfarbiges Prothorakalschild unter einem festen Panzer aus leergefressenen Lauskörpern, wodurch den Ameisen jede Angriffsmöglichkeit genommen wird. Das halbkuglige Schutzdach wird aus Gespinstfäden hergestellt, zwischen denen die Schalen der toten Schild- bzw. Schmierläuse geschichtet sind, so daß sich die Farbe des Panzers stets nach der Coccidenart richtet, von denen sie leben. Weiterhin wird das Dach ringsherum mittels Spinnfäden an die Unterlage geheftet, die bei Ortsveränderung stets geändert werden müssen. Nur der stark chitinierte Kopf der Larve kommt zeitweise zum Fraß heraus. In dem Maße wie die stationären Läuse abgefressen werden, schiebt die Raupe ihr Haus allmählich nach vorn. Der bereits zurückgelegte Weg läßt sich leicht an dem Fehlen der Läuse rückwärts verfolgen.

Die Verpuppung der *Eublemma*-Raupen geht an ihren Fraßplätzen vor sich. Zu diesem Zwecke wird das Schutzdach mit einer sehr festen Schicht von Spinnfäden am Substrat befestigt und dient fortan als Puppenkokon. Zusätzlich spinnt die Raupe am Kopfende eine etwa 5 mm lange, leicht nach oben gebogene Röhre, die am höchsten Punkt von drei radiär verlaufenden Nähten verschlossen wird, welche der Falter beim Schlüpfen sprengt und nach außen aufbiegt. Die 9 mm lange Puppe ruht bei einer Durchschnittstemperatur von 25 ° C für zehn Wochen. Die Falter schlüpften stets in den frühen Morgenstunden.

Schließlich wurde im Beobachtungsgebiet noch die zu den Monophlebinen gehörende *Icerya aegyptiaca* Doug. festgestellt, deren Lebensäußerungen im gewissen Gegensatz zu den angeführten Läusen stehen. Die dunkelgraugrünen Weibchen besitzen nur eine Körperlänge von 1,5 mm. Auf dem Rücken und am Körperrand befinden sich nach hinten gerichtete Wachsstäbchen, die durch eine über das Abdominalende sitzende Röhre überragt werden, welche bis 2,5 mm lang wird. Das Innere dieses Rohres dient als Brutraum, außerdem verbleiben die jungen Larven noch eine Weile nach dem Schlüpfen darin. Da eine fortlaufende Eiproduktion stattfindet, liegen die frischen Eier am oberen Anfang der Wachsröhre, während sich die Junglarven in ihrem Endteil befinden und durch den Einachschub allmählich an die Außenwelt gedrückt werden. Es sind bis zu 30 Eier und 10 Larven in einer Brutröhre gezählt worden. Die ovalen Eier haben die erstaunliche Größe von 0,4 mm und sind weißlich gefärbt.

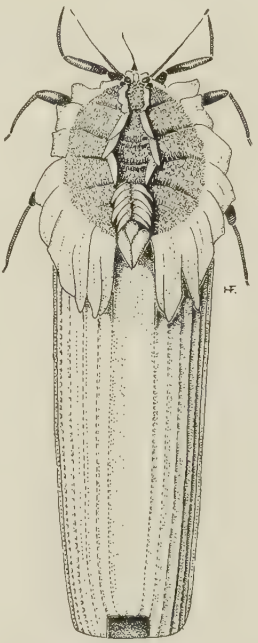


Abb. 2. Weibchen von *Icerya aegyptiaca* DOUG.

Die Läuse sind in jedem Stadium leicht beweglich und sitzen frei auf den Sträuchern. Sie wechseln häufig ihren Aufenthaltsort, indem sie die Zweige entlang laufen. Die Ausbreitung der Art an der Wirtspflanze geht hierdurch bedeutend schneller vor sich als bei den schlecht beweglichen Spezies mit Ameisenhilfe, auch sind die *Icerya*-Läuse gleichmäßiger über den ganzen Strauch verteilt. Da die Weibchen ständig Brutmaterial mit sich herumschleppen, ist die Fortpflanzung nicht wie bei den stationären Läusen an bestimmte Plätze (ältere Kolonien) gebunden. Da diese Art so gut wie keinen Ameisenbesuch erhält, geht ihre Ausbreitung von einem Strauch zum anderen aber nur sehr langsam vonstatten.

Die Art wurde ausschließlich in alten und beschatteten Beständen beobachtet, wo sie zuerst die unteren Zweige der Sträucher befiel. Die Läuse sitzen hier hauptsächlich zu mehreren nebeneinander zwischen den unreifen Kirschenbüscheln und in den Blattwinkeln junger Triebe. In

gleicher Weise wie bei der grünen Kaffeeschildlaus sind infolge starker Honigtauausscheidung alle befallenen Pflanzen mit einem schwarzen Überzug von Rußtaupilzen bedeckt.

Ein direkter schädigender Einfluß auf das Wachstum der Blätter und Zweige konnte auch an stark befallenen Sträuchern nicht wahrgenommen werden. Die grünen Kirschen, an denen die Läuse saugten, zeigten äußerlich keinerlei Veränderungen. Wohl erreichten die geernteten Bohnen eine geringere Größe, wenn durch Massenauftreten den Kirschen viel Saft entzogen wurde. Ernstliche Schäden, welche die Qualität der Ernte oder die Existenz der Pflanzen in Frage stellen würden, sind nicht bekannt geworden. Da diese Laus nur in beschatteten Beständen auftritt, wo sich die Kaffeesträucher gewöhnlich besserer Wasserverhältnisse erfreuen als in den Lagen ohne Schatten, ist die Pflanze hier zu einem besseren Ausgleich befähigt, so daß die Schadwirkung dieser Sauginsekten ohne wesentliche äußere Zeichen überwunden werden kann.

II.

Ein verbessertes Bekämpfungsverfahren der großen Kaffeestammbohrer

In den Kaffeekulturen Ostafrikas treten permanent zwei Cerambyciden als Stammbohrer auf. Es sind die Larven des „Weißen Kaffeebohrers" (*Anthores leuconotus* Pascoe) und des „Gelben Kaffeebohrers" (*Dirphya usambica* Kolbe). Während dem *Anthores* eine große praktische Bedeutung zukommt, ist die *Dirphya* als gelegentlicher Schädling zu bezeichnen. Beide Arten schließen sich in ihrem Verbreitungsgebiet aus und nur an den Grenzen treten sie nebeneinander auf. So wird der gelbe Bohrer, z. B. am Kilimandscharo, in den oberen Pflanzungen vom Urwaldrand (1650 m) bis hinab auf etwa 1100 m gefunden. Der weiße Bohrer dagegen geht von der Savanne aus an den Berghängen bis etwa 1150 m hinauf. Die Lagen zwischen 1100 und 1200 m können also mit dem Auftreten beider Arten rechnen. Es wurde im Beobachtungsjahr auf der Pflanzung Kifumba (1000—1150 m) nur ein Fall von *Dirphya* festgestellt, während die benachbarten Pflanzungen Uru (1350 m) und Kibosho (1250 m) schon mit einem ständigen Auftreten dieses Bohrers zu rechnen hatten. Allerdings kam es auch dort zu keiner Massenvermehrung, so daß dieser Bohrer in keiner Weise eine ernste Gefahr darstellt wie sein weißer Vetter in den unteren Lagen.

Anthores leuconotus ist ein Bewohner des Ostafrikanischen Miombo-Waldes, der aber an vielen Stellen nicht den Charakter eines eigentlichen Waldes zeigt und besser die Bezeichnung Baumsavanne trägt. Es sind eine ganze Reihe von Holzgewächsen bekannt geworden, in denen die Larven des Bohrers leben können. Durch Futterpflanzenwechsel gelangen

die Käfer im Zuge ihrer Ausbreitung auf die Kaffeekulturen, wo sie und ihre Nachkommen geeignete Lebensbedingungen antreffen. In gleicher Weise erfahren auch die Feigenbäume eine besondere Bevorzugung durch die Käfer, so daß auch diese bei der Kontrolle der Kaffeebestände berücksichtigt werden müssen. Daß ein ständiger Zuzug von weißen Kaffeebohrern aus der Savanna in die Kaffeepflanzungen stattfindet, zeigen die Ergebnisse der Suchkolonnen im unteren Teil des Anbaugürtels. Es ist auffallend, daß Pflanzungen, die unmittelbar an die Savanna (Pori) grenzen, einen bedeutend stärkeren Befall aufweisen, als Areale mit den gleichen klimatischen Bedingungen in eben derselben Höhenlage, welche von bebautem Kulturland umgeben sind. Auf den Randpflanzungen leiden wiederum besonders jene Felder unter dem ständigen Befall des Bohrers, welche die Baumsteppe als unmittelbaren Nachbarn haben.

Die Käfer haben nach den vorliegenden Beobachtungen eine Flugzeit, die sich von Anfang Dezember bis Ende Mai erstreckt, d. h. vom Beginn der heißen Zeit bis zum Ende der Regenzeit. Das träge und nicht sehr fluglustige Tier wird in den genannten Monaten häufig auf den Kaffeesträuchern ruhend angetroffen, wo es sich leicht einfangen läßt. Das Schlüpfen der Imagines scheint von dem Auftreten größerer Regenfälle und der darauffolgenden erhöhten Luftfeuchtigkeit abhängig zu sein. Das starke Auftreten von Käfern in der Regenzeit sowie nach stärkeren Niederschlägen ist auffällig. So wurden an einem Tage Anfang Mai in einem kleinen Areal allein 19 frisch geschlüpfte Imagines von den Sträuchern gefangen. In den 11 Tagen davor lagen vier heftige Regenfälle.

Die Imagines fressen die Rinde des Kaffeestammes und der verholzten Zweige. Da hierbei nur die verkorkten Rindenschichten, das Rindenparenchym und eventuell ein Teil des Bastes entfernt werden, der Kambiumring aber immer unverletzt bleibt, führt dieser Fraß zu keiner vegetativen Störung der Pflanze. Kaffeesträucher, in denen *Anthores*-Käfer in Drahtkäfigen für einige Wochen lebten und große Teile der Rinde abfraßen, ließen in keinem Falle Schäden wie etwa Welken des Laubes, Abfallen der Kirschen oder Blütenknospen erkennen. Einige Individuen ließen sich 4½ Monate in dieser Weise an den Sträuchern lebend erhalten.

Als Tabelle ist eine Übersicht der Suchergebnisse von Bohrern in den Stämmen von etwa 30 000 Kaffeepflanzen einer niedrig gelegenen Pflanzung (950 m) wiedergegeben, die fast von allen Seiten mit unkultiviertem Land umgeben war. In den ersten Monaten der Kontrolle wurden als Durchschnitt je Baum über 1,5 Bohrer gefunden. Viele Felderblocks mußten wegen der schweren Beschädigung der Stämme gänzlich abgehackt werden.

Als Folge der Bekämpfung ist eine jährliche Abnahme der Bohrer zu verzeichnen, die im 6. Jahre den Durchschnitt auf 0,13 Bohrer je Kaffeepflanze herabdrückte, was für die Pflanzung immer noch eine ernste Gefahr darstellte.

Suchergebnisse von *Anthores leuconotus* in einem Areal mit 30000 Kaffeebäumen in unmittelbarer Nähe der Baumsteppe in 950 m Höhe während der Jahre 1933—1938. — K = Käfer allein gefangen

	1933		1934		1935		1936		1937		1938	
	Larven	Puppen Käfer	Larven	Puppen Käfer	Larven	Puppen Käfer	Larven	Puppen Käfer	Larven	Puppen Käfer	Larven	Puppen Käfer
Januar			1715		183	0	—	—	—	9K	519	5
Februar			—	26K	463	0	—	—	—	—	—	—
März			6297		39	118	—	—	693	59	—	8K
April	Zuvor		1932	708	0	147	—	12K	—	—	—	14K
Mai	nie		—	17K	—	21K	—	—	—	12K	—	20K
Juni	gesucht		—	—	255	5	309	0	27	0	—	—
Juli			—	—	1304	1	20	—	178	0	501	0
August			2041	0	496	0	66	—	38	0	1432	64
September			4402	0	—	—	526	0	115	0	850	35
Oktober	36754		317	25	1027	0	2025	10	1140	15	88	3
November	4772		456	142	990	5	1895	23	1465	21	—	5
Dezember	4405		—	—	139	26	36	1	570	6	—	39K
Summa	45931		18078		5219		4928		4348		3483	

In bezug auf den Jahreszyklus gibt die Statistik kein klares Bild, weil Puppen und Imagines vermischt aufgeführt wurden und wegen dringender Arbeiten eine Kontrolle zu allen Monaten nicht möglich war. Imagines wurden hier ebenfalls nur in den Monaten Dezember bis Mai gefangen. Der geringe Fund von Puppen in den Monaten Juni bis August liefert eine Bestätigung der angeführten Flugzeit. Wenn man berücksichtigt, daß bei der geübten Kontrolle nur die bereits im Stamm minierenden größeren Larven — nach MORSTATT [1]) die über 4 Monate alten — erfaßt werden, muß auf Grund der langen Käferflugzeit zu allen Tagen des Jahres derartige Stadien gefunden werden, was die Statistik bestätigt. Es finden sich also in den Monaten Dezember bis Mai alle Entwicklungsstadien des Schädlings nebeneinander, in der übrigen Zeit sind nur Puppen und Larven vertreten. Demnach führt der Bohrer seinen Schadfraß zu jeder Jahreszeit aus und eine Bekämpfung wird in jedem Monat gleich wirksam sein.

Die Kontrolle und Vernichtung der Stammbohrer wurde bisher auf manuelle Art von geschulten Negern bzw. Kindern durchgeführt. Ein Teil der Bekämpfungskolonne sucht systematisch die Kaffeestämme ab und stellt an Hand der faserigen Fraßspäne den Gang des Bohrers fest. Der andere Teil nimmt das Herausziehen und Töten des Bohrers mittels eines mit einem Endhaken versehenen weichen Drahtes vor. Dieser Vorgang, welcher sowohl als Sicherheit für die Vernichtung des Schädlings als auch zur Kontrolle der Arbeiter durchgeführt wird, ist sehr zeitraubend und erfordert eine große Übung. Hat der ins Innere führende Gang eine starke Biegung, so ist das Herausziehen des Bohrers nicht ohne Schwierigkeiten möglich. In den meisten Fällen muß der Stamm auf-

[1]) Kaffeeschädlinge und -krankheiten Afrikas, S. 9, 1937.

gemeißelt werden, um den Gang freizulegen. Bei der Arbeitsweise der eingeborenen Hilfskräfte ohne Verständnis für die inneren Zusammenhänge der Bekämpfung und das Wachstum des Baumes, werden bei dem Freilegen des Bohrers dem Stamm häufig so schwere Beschädigungen zugefügt, die sich in den folgenden Jahren durch geringere Ernteerträge äußern. Teilweise sind die Verletzungen des Stammsystems derartig stark, daß es besser ist, den ganzen Stamm abzuschlagen und einen neuen oberirdischen Trieb zu ziehen.

Auf der anderen Seite muß in diesem Zusammenhang auf die große Widerstandskraft der Kaffeepflanze auch gegenüber Verletzungen der lebenden Rindenschicht hingewiesen werden, sofern ihr genügend Feuchtigkeit im Boden zur Verfügung steht. Es wurde des öfteren beobachtet, daß die jungen *Anthores*-Larven den Stamm vollständig ringelten, bevor sie in das Innere (Kernholz) eindrangen. Hierbei wurden ringsherum alle Rinden- und Weichholzelemente wie Rispenparenchym, Siebteil, Kambium und die jüngsten Gefäße auf einer Breite von 1 cm entfernt, ohne daß der Strauchteil oberhalb der Ringelstelle Schaden erlitt, was auf eine weitgehende Stoffleitung im Holzkern schließen läßt. Die Zweige über dem Ringe benahmen sich vollkommen normal. Kein vermehrter Blattfall trat ein und die angesetzten Kirschen reiften zur gewöhnlichen Zeit aus. Macht der weitere Larvenfraß jedoch noch große Leitungsteile im Kernholz derselben Ebene unbrauchbar, wird Notreife, Vergilben der Blätter und eventuell Abfallen der Blätter und Früchte einsetzen. Gewöhnlich schließen sich die geringelten Stellen durch Wundkallusbildung innerhalb kurzer Zeit. Ähnlich wie bei den Miniermottenbeschädigungen wirkt sich der Kaffeebohrerbefall im regenärmeren Gebiet schlimmer aus. In den meisten Fällen genügt hier die Stoffleitung der inneren Leitungsbahnen nicht mehr. Der Strauchteil oberhalb der Ringelstelle stirbt dann in den allermeisten Fällen ab und verwelkt sehr schnell.

Innerhalb niederschlagsreicher Gebiete bildet also in der überwiegenden Mehrzahl die Tätigkeit der *Anthores*-Larven keine spontan wirkende Schädigung für den Kaffeebaum. Vielmehr wird von einem ungeübten Auge ihr Vorhandensein am Strauch noch gar nicht erkannt, da der Fraß einer einzelnen Larve durchschnittlich keine merklichen Veränderungen am äußeren Habitus des Strauches herbeiführt. Erst ein im Laufe der Zeit sich häufender Befall verursacht grundlegenden Wandel im Erscheinungsbild der Wirtspflanze. Bei steigender Beschädigung gelingt dem Baum kein normaler Blattersatz mehr. Blütenknospen und Früchte werden nur noch in geringer Zahl angesetzt und ausgereift. Man beobachtet sodann, daß die Blätter, bevor sie abfallen, am Strauche vergilben, während der Kaffee normalerweise das Laub grün abwirft. Im weiteren Stadium zeigen sich Welkeerscheinungen, entweder erst in einzelnen Abschnitten oder gleich am ganzen Strauch. Blätter und angesetzte Früchte werden schlaff und schrumpfen, um schließlich abgestoßen zu werden. Wegen Saftmangels im Gefolge der Zerstörung zentraler Leitungsbahnen stirbt das ganze

Stammsystem. Zeigen sich in der Praxis Kaffeesträucher, die infolge von *Anthores*-Fraß zu welken beginnen, so sind die Beschädigungen bereits in einem so fortgeschrittenen Stadium, daß die Bäume nicht mehr zu retten sind und abgeschlagen werden müssen. Abgesehen von der Zerstörung der Stoffleitung können sich die Beschädigungen eines einzigen Bohrers schon dahingehend äußern, daß in ungeschützten Lagen Windbruch begünstigt wird. Holzzerstörende Pilze finden an den Fraßstellen einen guten Nährboden und setzen das Vernichtungswerk der Larven fort. Auf Grund der Bohrerverletzung findet häufig ein unregelmäßiges Wachstum des Strauches statt, das sich nicht immer durch Beschneiden ausgleichen läßt, so daß als Ergebnis eine schlechte Wuchsform oder Krüppelwuchs resultieren, womit die Ertragsfähigkeit bedeutend gesenkt wird.

Eine noch größere Bedeutung als im oberen Teil des Stammes erlangt das Auftreten der Larven an und im Wurzelhals der Pflanze, also in Teilen des Stammsystems, die in Nähe oder unter der Erdoberfläche liegen. In diesen Fällen ist das Erkennen und Entfernen des Schädlings sehr schwierig. Die Verletzungen an diesen Stellen sind für die Pflanze besonders gefährlich. Eine starke Beschädigung des Wurzelhalses bedeutet nämlich den Verlust des ganzen Baumes, weil ein Kappen und Nachziehen einer neuen Stammachse dann nicht mehr möglich ist. Aus diesem Grunde erweist sich auch ein Wechselstammsystem in mit *Anthores* verseuchten Gebieten als ungeeignet. Da hierbei von einer kleinen Stammbasis in jährlichem Wechsel neue oberirdische Sprosse gezogen werden, hat der Kaffeebohrer allein die Möglichkeit, im Wurzelhals und kurz darüber sich festzusetzen, da er nur hier das gewünschte Kernholz vorfindet. Es bedeutet also jeder Bohrkäferbefall praktisch einen vollständigen Ausfall der Pflanze.

Um ein sicheres Abtöten der Bohrer im Holz zu gewährleisten und um zu starke Verletzungen des Stammes durch das Aufmeißeln der Gänge zu vermeiden, ist von verschiedenen Seiten die Einführung von Chemikalien wie Naphtalin und Schwefelkohlenstoff in die Bohrlöcher empfohlen worden. Diese Mittel haben sich in der Praxis bisher nicht einzubürgern vermocht, da ihre Anwendungsweise zu umständlich war und nur die sorgfältigste Durchführung einen Erfolg versprach. Soll ein chemisches Bekämpfungsverfahren ohne besondere Beaufsichtigung von Negerhand erfolgreich ausgeführt werden, so müssen alle diese Fehlerquellen ausgeschaltet werden.

Es ist deshalb eine chemische Bekämpfungsmethode von Kaffeebohrern im Kilimandscharogebiet ausprobiert worden, die sich an die neuzeitliche Hausbockbekämpfung (*Hylotrupes bajulus* L.) in Europa anlehnt. Gegenüber den bisherigen Verfahren bewährte sich die neue Anordnung im Versuch und in der Praxis, da sie eine sichere Tötung des Schädlings bewirkt, keine ungünstigen Wirkungen auf die Pflanze ausübt und von den eingeborenen Arbeitern leicht bewerkstelligt werden kann. Als Tötungsmittel wurde „Xylamon“ (Herstellerfirma Desowag, Solingen-

Ohligs, Westf.) verwendet, das sich bereits in Deutschland als gutes Mittel gegen Holzbohrer erwiesen hat. Zur Charakteristik des Präparates sei gesagt, daß es eine schwach riechende, für den Menschen ungiftige Flüssigkeit darstellt, welche leicht verdunstet und eine große Durchdringungsfähigkeit im trockenen Holz (Bauholz) besitzt. Wegen dieser Eigenschaften vermag es bohrende Insekten noch in tiefen Schichten abzutöten. Das Xylamonverfahren wurde am Kaffeestrauch in folgender Weise durchgeführt: Eine Kolonne von geschulten Arbeitern sucht in der üblichen Weise an den Kaffeestämmen die Fraßplätze der Bohrer, entfernt mit Hilfe eines kleinen Kratzeisens die verfilzten Fraßspäne und legt die Öffnung der Gänge frei, welche meist schräg nach oben ins Kernholz führen. Am inneren Ende des Ganges sitzt die Larve bzw. bereits die Puppe des Kaffeebohrers. Ein zweiter Arbeiter führt nun die Kanüle einer mit Xylamon gefüllten Spritze in den Larvengang ein, während ein anderer sofort die Gangöffnung mit einem Klumpen feuchten Lehms verschmiert. Darauf wird etwa 1 ccm Flüssigkeit möglichst hoch in den Fraßgang eingespritzt, die Kanüle herausgezogen und das feine Loch der Nadel im Lehmpfropf zugedrückt, was den Arbeitsgang beendet. Das Xylamon vergast nun im Bohrgang und tötet den Schädling ab. Es erwies sich als notwendig, die Öffnung vor dem Einspritzen zu schließen, da sonst bei einem nach oben gerichteten Gang der größte Teil der Flüssigkeit wieder herauslaufen würde und so die Vernichtung des Bohrers in Frage gestellt wäre. Als zweckmäßigstes Gerät hat sich eine große gradierte Injektionsspritze von etwa 20 ccm Inhalt erwiesen, die eine etwa 30 cm lange biegsame Stahl- oder Hartgummikanüle besitzt. Mit Hilfe dieses feinen Rohres kann das Bekämpfungsmittel weit in den Larvengang hinein in unmittelbare Nähe des Schädlings gebracht werden. Diese Bedingung ist erforderlich, wenn sich die Larve bereits verpuppt hat und die am Ende des Ganges liegende Puppenwiege hinter sich mit festgefügten Fraßspänen verschlossen hat. Da die Durchdringungsfähigkeit des Xylamons im feuchten und lebendigen Holz bedeutend geringer ist als im trockenen Material, zeigt es sich als Vorteil, wenn der Verschluß der Puppenwiege selbst mit der Flüssigkeit durchfeuchtet wird, was mit der langen Kanüle immer möglich ist.

Die Verwendung von Xylamon übte keinerlei schädigenden Einfluß auf den Kaffeebaum aus. Alle behandelten Pflanzen zeigten keine nachteiligen Veränderungen, auch wenn sie dicht mit Früchten behangen waren.

Gegenüber der Bekämpfungsmethode mit Drahthaken bietet das Xylamonverfahren bei äußerst geringen Unkosten große Vorteile. Der Kaffeestamm wird in keiner Weise durch Meißelarbeit beschädigt, Verkrüppelungen sind somit ausgeschaltet. Der Arbeitsgang für die Vernichtung eines Bohrers dauert nur annähernd eine Minute, während bei der Drahthakenmethode bis zu 15 Minuten und mehr benötigt werden. Die Unkosten des Chemikals werden also durch die Ersparnis an Arbeitszeit aufgehoben. Außerdem gibt dieses schnellere Verfahren die Mög-

lichkeit, die Pflanzung in bedeutend kürzerer Zeit mit nur wenigen Arbeitskräften zu kontrollieren und so den Schädling dauernd niederzuhalten.

III.

Einige Blütenschädlinge des Kaffees in Ostafrika

Während im allgemeinen die Schädiger der Kaffeepflanze *(Coffea arabica* L.) einen breiten Rahmen in der tropischen Schädlingsforschung einnehmen, wurde den Insekten, welche die Blüten und Blütenknospen des Kaffees angreifen, bisher wenig Beachtung geschenkt. Der Verfasser, der während längerer Zeit in den Kaffeeanbaugebieten Ostafrikas Gelegenheit hatte, sich auch dieser Frage zu widmen, ist auf Grund eigener Beobachtungen zu der Überzeugung gekommen, daß es ein gefährlicher Trugschluß ist, diese Blütenzerstörer als belanglos abzutun. Wohl gibt es eine Reihe von Insekten, die die Kaffeeblüten nur gelegentlich angreifen oder die im Gefolge anderer zerstörender Einflüsse auftreten, jedoch sind aber auch Schädlinge vorhanden, die sich mehr oder minder auf die Kaffeeblüte spezialisiert haben und somit beachtliche Schäden anzurichten in der Lage sind. Besonders zuzeiten, wo Regenmangel die Blütenknospen am schnellen Wachstum und sofortigen Aufblühen hindert, macht sich die Tätigkeit der Blüteninsekten bemerkbar und die durch sie entstehenden Ausfälle können dann nicht unbeträchtlich sein.

Der Kaffee hat in Ostafrika gewöhnlich zwei Hauptblüten, von denen die erste im November—Dezember liegt und die zweite in den Januar bis Februar fällt. Daneben werden noch ein bis drei kleine Blütenperioden gezählt, die aber für die Ernte nur eine belanglose Rolle spielen. Der Termin des Aufbrechens der Blütenknospen ist vom Niederschlag abhängig und die Erfahrung hat gelehrt, daß zu geeigneter Zeit 11 Tage nach einem guten Regen mit der Blüte zu rechnen ist. Die normale Blütenknospe des Kaffees (Abb. 1) wechselt dann ihre grüne Farbe in ein blendendes Weiß um und ist von keulenförmiger Gestalt. Es hat sich gezeigt, daß die verschiedenen Schädlingstypen in arteigener Weise auf die Infloreszenzen einwirken, so daß am Ende ein spezifisches Schadbild entsteht, das als zuverlässiges Merkmal bei der Diagnose Verwendung finden kann, wie im folgenden gezeigt werden wird.

Die Zerstörer der Kaffeeblüte lassen sich in fakultative und obligatorische Schädlinge einteilen, wobei eine Unterabteilung der ersten Gruppe die sekundären Beschädiger bilden, die den Schadfraß an bereits befallenen Infloreszenzen fortsetzen und erweitern.

Die Rolle, welche diese sekundären Schädlinge spielen, ist für die Praxis ohne Belang und eine Bekämpfung derselben ist in keiner Weise erforderlich. Hierher gehört z. B. der Kaffeespringschwanz, welcher in feuchten Lagen stets in Infloreszenzen zu finden ist, die von *Thrips* oder Wanzen angefallen wurden. Er beschränkt sich hier hauptsächlich auf die bereits braun gewordenen, also abgestorbenen Teile der Blüte. Nur in

wenigen Fällen setzt er von sich aus weitere Partien außer Funktion. Als primärer Zerstörer der jüngsten Blätter spielt der Springschwanz eine größere Rolle, wie vom Verfasser (1) gezeigt werden konnte.

Unter den gelegentlichen Blütenzerstörern befindet sich eine Reihe von Pflanzenwanzen, wobei in erster Linie den Vertretern der Gattung *Antestia* eine gewisse Bedeutung zukommt. *A. lineaticollis* Stål. und in geringerem Maße *A. faceta* Germ. sind in allen Kaffeebeständen Ostafrikas anzutreffen, wo sie an den grünen Kirschen oft sehr schwere Ausfälle verursachen. Da die Kaffeewanzen stets bestrebt sind, bei ihrer Nahrungsaufnahme einen Ausgleich zwischen Eiweiß und Kohlenhydrate zu erreichen, werden neben den eiweißspendenden unreifen Kaffeekirschen auch gerne die zuckerreichen reifen befallen. Zuzeiten, wo am Strauch keine roten Kirschen vorhanden sind, wenden sich die Wanzen zum gleichen Zwecke den Blütenknospen zu. Sobald diese sich etwa 2—3 Wochen vor dem Erblühen weißlich zu verfärben beginnen, können sie von der *Antestia* befallen werden, während die noch grünen kleinen Blütenknospen von ihnen nicht beachtet werden. Die Stiche der Wanzen machen sich als feine dunkle Punkte an den weißen Petalen sichtbar. Wie im Versuch festgelegt werden konnte, wird der Knospe durch nur wenige Einstiche bereits so viel Zellsaft entzogen, daß sie nicht mehr in der Lage ist, sich zur Blüte zu öffnen. Indem sie ihre normale Gestalt beibehält, trocknet die Blütenknospe langsam ein und bleibt als silbriggraue bis hellbraune Mumie noch für längere Zeit am Zweige sitzen (Abb. 2). Die vertrockneten Blütenknospen von heller Farbe sind ein Charakteristikum für *Antestia*-Beschädigungen. Im allgemeinen spielen sie in der Praxis keine große Rolle.

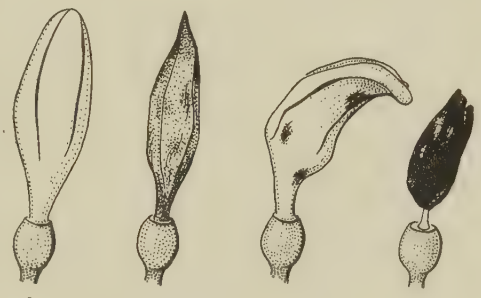


Abb. 3. Charakteristische Schadwirkung einiger Blütenzerstörer am Kaffee. 1. Normale Blütenknospe; 2. Helle vertrocknete Knospe durch *Antestia*-Wanzen; 3. Sichelknospe durch Gallmücken-Larven; 4. Schwarze Kappen durch *Lygus*-Wanzen

Eine große Anzahl von gelegentlichen Blütenzerstörern mit beißenden Mundwerkzeugen verraten durch ihr Fraßbild den Urheber sofort, indem die Knospen und Blüten starke äußerliche Verletzungen zeigen oder auch teilweise gänzlich abgefressen sind. Es handelt sich hierbei um eine Reihe von Vertretern der Cetoniden und Oedemeriden, die als Zerstörer von Blüten in Blumen- und Obstgärten der afrikanischen Tropen und Subtropen sehr gefürchtet sind. Glücklicherweise war aber ihr Auftreten in der Monokultur des Kaffees aus bisher noch ungeklärten Gründen ein sehr gelegentliches, und die verursachten Schäden blieben in jedem Falle örtlich sehr beschränkt und waren von sehr geringer Bedeutung.

Eine Gruppe von Insekten, die sowohl sekundäre wie auch primäre Schädiger der Kaffeeblüten sein können, sind die Blasenfüße, in erster Linie *Diarthrothrips coffeae* Will. In beschädigten Blütenknospen sowie in frisch geöffneten Blüten vornehmlich von stark besonnten Sträuchern fanden sich die Blasenfüße, die ansonsten durch ihre Saugtätigkeit große Beschädigungen am Laubwerk verursachten. Die Knospen, in denen sich die Tiere aufhielten, waren bereits durch braune Flecken an den Petalen äußerlich gekennzeichnet, die die Saugspuren des Thrips darstellen. Die Blasenfüße sind zumeist in kurz vor dem Aufbrechen stehenden Blütenknospen in großer Anzahl zu finden. Sie saugen in der Hauptsache an den Staubbeuteln und Griffeln, so daß diese Teile auf alle Fälle zuerst vertrocknen und braun werden, wodurch die Blüte steril bleibt. Werden auch die Petalen stark angegriffen, was jedoch selten eintritt, so öffnet sich die Knospe überhaupt nicht. Da aber normalerweise die Einwirkung des Thrips am normalen Blühablauf keinerlei Veränderung hevorruft, wohl jedoch später der Fruchtansatz unterbleibt, wird der Urheber dessen nur höchst selten erkannt. Aus diesem Grunde lassen sich über den Umfang der jährlichen Beschädigungen und die Notwendigkeit einer Kontrolle an Hand der vorliegenden Beobachtungen noch keine Aussagen machen. Die Ausfälle scheinen aber in besonnten und trockenen Lagen in einzelnen Jahren größer zu sein, als gewöhnlich angenommen wird. Die Blasenfüße traten besonders stark zur heißen Jahreszeit auf und zwar in den Monaten Dezember bis Februar.

Ein Schädling, der sich in seiner Lebensweise gänzlich den Blütenknospen des Kaffees angepaßt hat und daher beträchtliche Ausfälle verursachen kann, ist der zu den Blindwanzen (Capsidae) gehörende *Lygus coffeae* China. Aus noch ungeklärten Ursachen ist das Auftreten dieses Schädlings in den einzelnen Jahren ganz verschiedenartig hoch. Während er sich jahrelang in den Kaffeeblocks kaum feststellen läßt, kann er plötzlich einen beträchtlichen Teil der Ernte in Frage stellen, wie LE PELLEY (3) für Kenya nachgewiesen hat. Die etwa 5 mm großen, glänzend grünen Wanzen stechen die Knospen an, um hauptsächlich an den Staubgefäßen zu saugen. Diese zeigen zuerst an der Einstichstelle dunkle Flecke, werden dann später gänzlich schwarz und vertrocknen. Der Knospenhals, den die Wanzen beim Saugen durchbohren müssen, verrottet ebenfalls und färbt sich dunkel. Dieser Verfärbungsprozeß setzt sich in einigen Tagen auf die ganze ungeöffnete Knospe fort. Wie K. M. SMITH (4) zeigen konnte, enthält der Speichel der Capsiden ein starkes Gift für die Pflanzenzellen, was Nekrose-Erscheinungen hervorruft. Die abgestorbenen Blütenknospen bleiben für lange Zeit als schwarze Kappen auf den Fruchtknoten sitzen. Oftmals kommt es vor, daß sich diese schwarze Kappe vom Fruchtknoten löst und ein kurzes Stück am unbeschädigten Griffel entlangrutscht (Abb. 4), was ein charakteristisches Merkmal für den *Lygus*-Befall darstellt, wodurch dieser von irgendwelchen physiologischen Welkeerscheinungen unterschieden werden kann.

Der Lebenskreislauf der *Lygus coffeae* enthält noch viele ungeklärte Punkte. Neben den Blütenknospen saugen die Wanzen auch gelegentlich an anderen zarten Teilen der Kaffeepflanze, wie etwa jungen Sprossen und Kirschen. Doch die Knospen sind in jedem Falle die Hauptnahrungsquelle, worin auch die Weibchen die Eier einbetten. Diese werden gänzlich im Gewebe verborgen und nur eine kleine Narbe markiert die Stelle.

In seinem Buch über Kaffeeschädlinge Afrikas (S. 93) erwähnt Morstatt (2) die Beobachtung einer unbestimmten Gallmücke (Cecidomyide) in Tanganyika, welche Sterilität und Abfallen der Blüten verursacht. Vom Verfasser wurden nun im Kilimandscharogebiet zwei Arten von Gallmücken festgestellt, die sich in der angeführten Weise am Kaffee bemerkbar machten. Leider kann im Augenblick eine Bestimmung der Species nicht erfolgen, da das Material durch Kriegseinwirkung verloren ging. Die beiden Arten sind sich ziemlich ähnlich und unterscheiden sich hauptsächlich durch ihre Größe und durch die Zeichnung auf den Flügeln.

1. Kleine Gallmücke. Körperlänge 0,9—1,0 mm, Flügelspannweite 2,5 mm, Fühlerlänge 1 mm.

Der Körper hat eine hellgraue Färbung mit einer schwachen gelblichen Tönung. Der Rücken ist etwas dunkler gefärbt. Die Augen, welche dorsal am Kopf zusammenstoßen, sind schwarz. Die Beine haben einen dichten dunklen Schuppenbesatz. Die hellen Flügel tragen auf der Oberfläche und am Hinterrand dichtstehende schwarze Härchen. Ebenso ist der ganze Körper, besonders aber die Hinterränder der Abdominalsegmente mit langen dunklen Borsten besetzt. Jedes Antennenglied hat einen grauen Haarquirl. Die Mundgliedmaßen sind hellgrau gefärbt; zwei helle dünne Maxillartaster sind vorhanden. Die fußlosen Larven erreichen eine Länge von 1 mm und sind orangegelb getönt.

2. Große Gallmücke. Körperlänge 1,3—1,8 mm, Flügelspannweite 3—3,6 mm, Fühlerlänge 1,4—1,8 mm.

Der Körperbau dieser Art weicht von der kleinen Gallmücke kaum ab. Jedoch hat die Körperfärbung, besonders am Abdomen, eine bräunlichgelbe Nuance. In gleicher Weise zeigen die Beine und Halteren einen gelben Anflug. Die Flügelflächen besitzen neben dem schwarzen Haarbesatz noch Flecken mit weißlich heller Beschuppung. Die Weibchen besitzen eine über körperlange dünne Legeröhre von glasheller Farbe, die zur Hälfte in einer Scheide sitzt. Die Larven werden bis 1,5 mm lang und sind weißlich gefärbt.

Mit Hilfe der Legeröhre legt das Weibchen die Eier unmittelbar in die Blütenknospen ab, worin sich die Larven entwickeln. In einer Knospe können nebeneinander die Larven beider Arten vorkommen. Der Schaden, den die Maden durch ihren Fraß verursachen, besteht darin, daß sich der allergrößte Teil der befallenen Knospen nicht zur Blüte öffnet. Die Staubblätter, der Griffel und auch eventuell der Blütenboden werden zerstört. Teilweise dringen die Maden auch noch in den jungen Fruchtknoten ein, wodurch dieser gallig auftreibt und sich glasig weiß bis rötlich verfärbt.

Äußerlich machen sich die Beschädigungen der Knospe in der Weise bemerkbar, daß die Petalen braune Flecken aufweisen und die ganze Knospe stark sichelförmig gekrümmt ist (Abb. 3). Das letzte Merkmal gibt eine Handhabe, den Gallmückenbefall von den Beschädigungen anderer Blütenzerstörer äußerlich zu erkennen. Zur Verpuppung verlassen die erwachsenen Larven die Blütenknospen und begeben sich an den Erdboden unter das abgefallene Laub. Sie benötigen für das Puppenstadium eine ständige Feuchtigkeit des Bodens, sonst schüpfen die Imagines nicht. Die Mücken haben eine Lebensdauer von etwa 2 Tagen.

In schattigen Pflanzungen mit guter Bodenbedeckung sind diese Gallmücken eine sehr häufige Erscheinung, da sie hier die nötige Feuchtigkeit für die Puppe vorfinden. Mit ziemlicher Sicherheit ist mit dem Schädling bei Blütenfolgen zu rechnen, die sich infolge Regenmangels nur sehr langsam und unregelmäßig entwickeln. Auf Grund der langen Knospenzeit sind diese Infloreszenzen sehr günstig für die Entwicklung der Mücken; es tritt hier ein hoher Blütenausfall ein. In einzelnen Pflanzungsblocks wurden 20—30 % Ausfall an Blütenmaterial gezählt. In schattenarmen, daher bodentrockenen Beständen sind diese Schadinsekten auch bei extrem lang stagnierenden Knospen nie aufgetreten. Während der trockenen und heißen Monate nahm das Vorkommen der Gallmücken ebenfalls in den beschatteten Beständen stark ab.

Schrifttum

1. FIEDLER, O. G. H., Anz. f. Schädlingskunde 23, 6, 90, 1950.
2. MORSTATT, H., Kaffeeschädlinge und Krankheiten Afrikas. Berlin 1937.
3. LE PELLEY, R. H., Bull. Ent. Res. 23, 85, 1932.
4. SMITH, K. M., Ann. App. Biol. 7, 40, 1920.

IV.

Ist der Kaffeezünsler wirklich ein Schädling?

Den Kaffeezünsler (*Thliptoceras octoguttale* Feld., Pyralid.) findet man in allen Kaffeegebieten der alten Welt. Seine Raupen werden im erwachsenen Zustand bis 12 mm lang, ihre Haut ist fettig glänzend und weist nur eine spärliche kurze Beborstung auf. Der fahle, gelblichgraue Körper ist auf der Dorsalseite mit vielen gelben, dunkelbraunen und karminroten Längsstreifen verziert, wodurch die Larve einen rotbraunen Gesamteindruck erweckt. Die Raupen leben auf den Zweigen des Kaffees und zwar zwischen den Kirschbüscheln. Als Nahrung dienen ihnen ausschließlich die Samenlagen der unreifen Kirschen, zu welchen sie gelangen, indem sie die Frucht und noch weiche Pergamentschale durchnagen. Sobald die Pergamentschale eine gewisse Festigkeit und Härte erreicht hat, was ungefähr fünf Monate nach der Blüte eintritt, sind die Zünslerraupen nicht mehr befähigt, diese zu durchnagen und die Bohnen zu zerstören. In der größten Mehrzahl werden die befallenen Früchte nicht vollständig

ausgefressen, da sich die Raupe schon nach kurzer Tätigkeit einer neuen Kirsche zuwendet. Ehe noch alle Früchte eines Quirles angenagt sind, zieht der Schädling zum nächsten Büschel weiter. Die befallenen Kirschen sterben ab und vertrocknen. Die Kirschenbüschel, zwischen denen die Raupe haust, werden von einem lockeren Gewebe aus Gespinstfäden durchzogen und umsponnen, die beim Fraßplatzwechsel als Straßen benutzt werden. An diesen Fäden bleiben auch die kleinen schwarzen Kotkugeln sowie die schwarzen, eingetrockneten Kirschmumien hängen, wodurch ein Zünslerherd leicht an den Kaffeesträuchern ausgemacht werden kann.

Durch diese unstete Freßweise werden von einer Larve im Durchschnitt etwa 50 Kirschen zerstört. Die Raupen sind keine Gesellschaftstiere, man findet sie nie zu mehreren an einem Fraßplatz. Wohl leben einige am gleichen Zweig und in einem gemeinsamen Gespinst, je nachdem die Weibchen ihre Eier abgelegt haben.

Die Verpuppung findet unmittelbar an den Fraßplätzen statt. Hierzu weben die Raupen zwischen den Kirschbüscheln oder auch in einer leergefressenen Kirsche einen lockeren Kokon, der mit Kotkrümeln verklebt ist. Die hellbraune Puppe erreicht eine Größe bis 9 mm.

Die gelbbraunen Imagines sind sehr träge und wenig fluglustige Tiere. Sie verbringen die meiste Zeit des Tages mit halb zusammengefalteten Flügeln in der ihnen typischen Ruhestellung an den Kaffeezweigen. Nur in den Nachmittagsstunden sonniger Tage entwickeln sie eine gesteigerte Flugtätigkeit, wobei dann auch die Annäherung der Geschlechter stattfindet. Wie beobachtet werden konnte, haben die Zünsler in den ostafrikanischen Kaffeegebieten eine Lebensdauer von acht bis zehn Tagen. Die Weibchen beginnen drei bis vier Tage nach dem Schlüpfen mit der Eiablage. Sie kleben hierbei die Eier einzeln an die Zweige, Blattstiele und Kirschen an. Diese sind weiß und besitzen eine Größe von 0,75 $\times$ 0,25 mm. Ihre Form ist die eines halben Rotationsellipsoids. Die Eischale hat auf der gewölbten Oberfläche dünne, radiar angeordnete Längsrippen.

Im ganzen enthält die Biologie des Kaffeezünslers noch viele ungeklärte Punkte, und über seine Abhängigkeit vom jährlichen Klimazyklus ist recht wenig bekannt. Nach Beobachtungen des Verfassers in den Anbaugebieten Ostafrikas (Tanganyika und Kenya) tritt der Zünsler regelmäßig in der ersten Hälfte des Jahres auf. Sein Vorkommen auf den niedriggelegenen Pflanzungen ist allgemein so gering, daß von ihm keine Notiz genommen wird. Dagegen muß mit seinem Auftreten in den mittleren und hochgelegenen Pflanzgebieten in stärkerem Maße gerechnet werden. Die Zeit seines Erscheinens in den verschiedenen Höhenlagen steht in einem gewissen Widerspruch zueinander. In den Kaffeebeständen um 1100—1200 m macht sich der Zünsler hauptsächlich in den Monaten Januar bis März, also noch zur heißen Zeit, bemerkbar. Im Laufe der folgenden Regenzeit (April—Mai) geht er ständig zurück, um danach gänzlich aus den Pflanzungen zu verschwinden. In größerer Höhe

(1400 m) jedoch erreicht sein Auftreten den Höhepunkt während der Regenzeit, und auch noch im Juni wird er hier noch angetroffen, was darauf hindeutet, daß starke Niederschläge, gekoppelt mit hoher Luftfeuchtigkeit keinen nachteiligen Einfluß auf die Entwicklung des Zünslers haben.

Die einzelnen Jahre zeigen einen verschieden hohen Grad seines Vorkommens in allen Höhenlagen. Nach den Untersuchungen von MORSTATT (Kaffeeschädlinge und -krankheiten Afrikas, Berlin 1937, S. 90) finden sich in der Literatur Angaben, wonach diese Zünslerart auf Reunion größere Schäden verursacht hat und bis 50 % der ganzen Ernte vernichtete. Auch aus Kenya sind Ernteausfälle bekanntgeworden. Hingegen hat dieser Schädling in Tanganyika bisher ein anderes Bild seiner Tätigkeit gezeigt. Nach eigenen Erhebungen war hier der angerichtete Schaden stets nur sehr gering, trotzdem der Zünsler ein regelmäßiger Gast der Kaffeepflanzungen ist. In vielen Fällen änderte sich die ökonomische Stellung des Zünslers sogar vollständig und er wurde zu einem Nützling, dessen Auftreten von den Pflanzen begrüßt wurde. In Jahren mit starkem Fruchtansatz wirkt sich die Fraßtätigkeit der Raupen insofern sehr günstig aus, als durch Reduktion der angesetzten Fruchtzahl die Ernte reguliert und somit ein Übertragen der Sträucher, wodurch im nächsten oder auch in den folgenden Jahren mit nur sehr geringen Ernten zu rechnen ist, verhindert wird. Ganz besonders in den jungen Pflanzungsblocks, die weniger als sechs Jahre alt waren, wurde die Zünslerraupe stets willkommen geheißen, da hierdurch das Streifen eines Teils der Kirschen und die damit verbundenen Unkosten erspart blieben.

Zusammenfassend darf also wohl gesagt werden, daß der Kaffeezünsler das Prädikat eines obligatorischen Schädlings schlechthin nicht verdient. Er gehört vielmehr in die große Gruppe jener tropischen Insekten, die bei außergewöhnlichen klimatischen Bedingungen oder unter nachteiligen Kulturmaßnahmen zu örtlichen und temporären Schädlingen werden können. Vielmehr verhält er sich in den Gebieten, wo die Kaffeepflanze gute Umweltfaktoren antrifft, entweder vollkommen neutral oder erweist sich sogar als ein Helfer des Pflanzers, indem er besonders die jungen Pflanzen vor dem für das Wachstum so schädlichen Übertragen schützt und damit Arbeitszeit und Geld erspart.

Druckfehlerberichtigung

Auf S. 297, 15. Zeile von oben: Statt Rispenparenchym muß es heißen Rindenparenchym.

Personalien

Prof. Dr. O. Jancke, Abteilungsleiter für Zoologie in der Landesanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Neustadt a. d. Haardt wurde mit Wirkung vom 1. April 1950 zum Direktor der gleichen Anstalt ernannt.

Prof. Dr. W. Herold ist ab 1. Oktober 1950 als ordentlicher Professor und Direktor des Institutes für landwirtschaftliche Zoologie der Humboldt-Universität nach Berlin berufen. Er hat den Ruf angenommen.

Referate

Steiniger, Fritz, Einführung in die praktische Bekämpfung der Haus- und Gesundheitsschädlinge. 175 S. mit 46 Abb. Hannover, Verlag M. & H. Schaper, 1948.

Nach einer längeren Einleitung, in der unter anderem die Notwendigkeit einer Ausbildung der Schädlingsbekämpfer diskutiert wird, folgt eine kurze Übersicht über Körperbau, Entwicklung und Lebensweise eines Insektes, dann ein Kapitel über Läuse und Entlausung, und dann über Wanzen und Wanzenbekämpfung. Diese beiden Kapitel stellen den Hauptinhalt des Buches dar. Dann werden noch die Schaben, Heimchen, Flöhe, Fliegen und Mücken (Malariabekämpfung) behandelt. Am Schluß wird noch die Nagetierbekämpfung behandelt. Das Buch gibt also über alles gute Auskunft, was für einen Hausschädlingsbekämpfer in Frage kommt, und gibt ihm so einen kurzen Leitfaden in die Hand.

K. E.

50 Jahre Deutsche Pflanzenschutzforschung. Festschrift zum fünfzigjährigen Bestehen der biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem. 232 Seiten. Berlin O 17, Deutscher Zentralverlag GmbH.

Vorliegende Festschrift gibt ein gutes Bild über die Arbeiten der genannten Anstalt in den 50 Jahren ihres Bestehens. In einer einleitenden Übersicht über das Wesen und Wirken der Anstalt schildert ihr gegenwärtiger Präsident Prof. Dr. O. Schlumberger die Entwicklung von dem allmählichen Erstehen des Pflanzenschutzgedankens (Max Eyth, De Bary, Brefeld, Julius Kühn und andere), bis zu der heutigen vielverzweigten Organisation der Zentralanstalt. Es war kein leichter Weg, der (über das Reichsgesundheitsamt) zu der heutigen Form geführt hat.

„Von der sowjetischen Besatzungsmacht verständnisvoll unterstützt und mit ausreichenden Haushaltsmitteln versehen, konnte an den Wiederaufbau, wenn auch nur allmählich und mit zäher Geduld herangegangen werden". Die Zahl der Wissenschaftler an der Biologischen Zentralanstalt in Berlin und den Zweigstellen der Ostzone hat sich auf 32 erhöhen lassen.

„Die neuen russischen Forschungsergebnisse bilden, wenn nicht alles trügt, den Auftakt für eine neue Ära der angewandten Biologie"....., „nämlich die Bedeutung der Umweltfaktoren, nicht nur auf das einzelne Individuum, sondern auf die Nachkommenschaft". „Die restlose Klärung der Einwirkung der Umweltfaktoren auf das biologische

Geschehen der Kulturpflanzen und ihrer Schädlinge wird in der neuen Epoche ein leitender Gedanke bei aller Pflanzenschutzarbeit sein müssen" — so schließt Schlumberger seine einleitenden Worte. Mir dünkt, daß diese Gedankengänge den deutschen Entomologen nicht mehr so ganz neu sind.

Auf die Schlumbergersche Einleitung folgen die Berichte über die Arbeiten der verschiedenen Abteilungen. Wir machen hier besonders auf den interessanten Bericht Hases aufmerksam über die ökologisch-physologische Entomologie, ferner den Bericht Sachtlebens über systematische und bibliographische Entomologie, ferner den Bericht über eingeschleppte Schädlinge und endlich auf das Kapitel IV, in dem eine sehr gute Übersicht über die Pflanzenschutzmittel und Geräte gegeben wird (von H. Müller und W. Fischer). K. E.

Herfs, A., Studien an dem Steinnußborkenkäfer, *Coccotrypes tanganus* Eggers. Höfchen-Briefe, 2. Jahrg. 1949/3 und 3. Jahrg. 1950/1.

Coccotrypes tanganus gehört zu den samenbewohnenden Borkenkäfern. Da die Borkenkäfer in ihrer Mehrheit zu den schlimmsten Forstschädlingen gehören und einige Arten auch im Obstbau als bedeutende Schädlinge auftreten, so wird zweifellos jeder neue Beitrag über die Lebensweise der Ipiden willkommen sein. Vorliegende Untersuchungen an *Coccotrypes* dürften darum sicher auch für die Forstentomologie von großem Interesse sein und für das Studium forstschädlicher Ipiden manche Anregung geben.

C. tanganus wurde 1935 von Eggers als neue Art beschrieben. Neuerdings stellt Karl Schedl (1949) diese Art als Synonym zu *C. dactyliperda* F. Über die Lebensweise der Steinnußborkenkäfer war bisher fast nichts bekannt. Herfs versucht in umfangreichen und mühevollen Versuchen, den Einfluß der wichtigsten Außenfaktoren, Nahrung, Temperatur und Feuchtigkeit auf die Lebensweise von *C. tanganus* zu klären. Die Untersuchungen ergaben, daß *C. tanganus* nicht nur in Steinnuß (*Hyphaene* und *Phytelephas*), sondern auch in einer Reihe anderer Palmensamen und in Samen anderer tropischen bzw. nichttropischen Pflanzen, z. B. *Diospyros kaki* und *Arachis hypogaea* sich gut entwickeln und fortpflanzen können. Selbst in süßen Mandeln, in Hasel- und Walnuß gelang die Aufzucht in allerdings sehr beschränktem Umfang. Im ganzen wurden 36 Samenarten geprüft.

C. tanganus entwickelt sich in pausenlos aufeinanderfolgenden Generationen bei 20°, 25° und 30° C. Bei niedrigeren oder höheren Temperaturen ist dagegen eine Vollentwicklung unmöglich. Eine Erhöhung der Temperatur von 20° auf 30° C hat eine Verkürzung der Entwicklungszeit um die Hälfte zur Folge. Auf die Käfergröße bzw. das Käfergewicht hat aber interessanterweise die Temperatur keinen Einfluß.

Was die Feuchtigkeit angeht, so entwickelt sich *C. tanganus* in dem Bereich von etwa 93—51 % rel. Feuchtigkeit normal. Doch führt ein Abnehmen der Feuchtigkeit von 76% auf etwa 50% rel. Feuchtigkeit zu einer Verdoppelung der Entwicklungsdauer und zu einer Erhöhung des Prozentsatzes der auftretenden Männchen. Wie die Temperatur hat auch die Feuchtigkeit auf Käfergewicht und Käfergröße keinen Einfluß.

Die Männchen unterscheiden sich von den Weibchen vor allem durch geringere Größe, hellere Färbung, kleinere Augen. Die Augen der Weibchen enthalten etwa dreimal soviel Facetten wie die Männchenaugen. So weist das Männchen typische Merkmale eines Höhlenbewohners auf.

Von ganz besonderem Interesse sind die soziologischen Eigentümlichkeiten von *C. tanganus*. Normalerweise treten die Männchen in geringerer Zahl, etwa zu 4 % auf. Durch mühevolle Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß bei *C. tanganus* Arrhenotokie, d. h. männchenerzeugende Parthenogenese auftritt. So konnte Verfasser das Auftreten von Parthenogenese bei Ipiden zum ersten Male experimentell feststellen. Ja, Arrhenotokie wurde durch diese Versuche erstmalig bei Coleopteren nachgewiesen. Die Befruchtung des weiblichen Käfers findet noch in der Bruthöhle statt, indem das junge Männchen mit der eigenen Schwester kopuliert. Es herrscht also normalerweise polygame Adelphogamie

vor. Unbefruchtete Weibchen legen aber auch kleine Brutgänge an und erzeugen einige Eier, aus welchen sich nur Männchen entwickeln. Das jungfräuliche Mutterweibchen kopuliert dann mit einem ihrer Söhne (Hyogamie) und erzeugt mit ihm eine zweite, normale Brut, in der sowohl Weibchen als auch wieder einige wenige Männchen auftreten. Das Weibchen bleibt während der ganzen Brutdauer im Muttergang sitzen und sorgt für die Reinhaltung und Belüftung des Brutsystems. *C. tanganus* ist also ausgesprochen brutpflegend. Befruchtete Weibchen können in verschiedenen Brutgenerationen (Max. 5 Generationen) bis zu 144 Nachkommen erzeugen. Parthenogenetische Weibchen können sogar 9 Brutgenerationen hintereinander hervorbringen. Die Nachkommenzahl der einzelnen Generation sowie der Gesamtnachkommenzahl ist beim parthenogenetischen Weibchen bedeutend geringer (Max. 56).

Die Arbeit, die für die wichtigsten biologischen Ergebnisse auch stets reiches Zahlenmaterial bringt, gibt außer den angedeuteten Befunden auch noch manche Angabe über die Adoption von Fremdbrut durch den weiblichen Käfer, über Lebensdauer, über Einrichtungen zur Förderung der Amhpimixis, über Anlage der Bruthöhle, über Männchenhöhlen usw.

Wirtschaftlich hat *C. tanganus* Bedeutung als Schädling an Steinnüssen und Steinnußknöpfen. Autor-Referat.

Neue Literatur

Eingesandt von Anfang 1949 bis Juli 1950

Agricultural Experiment Station of the University of Kentucky. Sixty-first Annual Report, 1948.

— — Sixtieth Annual Report 1947.

Becker, Günther, Über Kastenbildung und Umweltseinfluß bei Termiten. Biolog. Zentralblatt Jg. **67**, 1948.

— — Werkstoffschäden durch Organismen und ihre Verhütung. Zeitschr. f. hyg. Zool. **37**, 1949.

Beller, Karl, Viren und Miasmen. Kosmos-Gesellschaft der Naturfreunde 1949.

Bollow, H., Die Samenkäfer. Pflanzenschutz Jg. **1**, Nr. 12.

— — und **Brandt, H.**, Einteilung und Benennung der Tiere. Naturwissenschaftliche Grundbegriffe für die landwirtschaftliche Praxis. Zoologische Reihe 1949.

Börner, Carl, Kleine Beiträge zur Monographie der europäischen Blattläuse. Beiträge zur taxonomischen Zoologie Bd. **I**.

— — Neue europäische Blattlausarten.

— — Die erblichen Grundlagen von Befall und Nichtbefall der Pflanzen durch tierische Parasiten. Zeitschr. „Nachrichtenblatt für den deutschen Pflanzenschutzdienst", 1949.

Brauns, Adolf. Die ökologische Bedeutung der Zweiflügler (*Diptera*.) Beitr. z. Naturk. Nieds., 1949.

Brun, R. und **Kutter, H.**, Nachträge zu dem 1946 in Binn beobachteten Großraubzug von *Formica sanguinea* ohne Zwischenheimkehr. Mitteilungen der Schweizerischen Entomolog. Gesellschaft Bd. **XXC**, Heft 3, 1949.

Caspers, Hubert, Periodizitätserscheinungen bei Tieren und ihre kausale Deutung. Aus „Studium Generale" Jg. **2**, Heft 2, 1949.

— — Mondlauf und Fortpflanzungsrhythmik bei Tieren. „Forschungen und Fortschritte" Jg. **24**, Nr. 7/8, 1948.

Cohnen, W.. Gefahren und Vorsichtsmaßregeln bei der Anwendung neuzeitlicher Insektizide. Zeitschr. f. prakt. Medizin Jg. **63**, Heft 3, 1950.

Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven. How Good Lawens Crow. 1949. Control of the Japanese Beetle 1948.

Connecticut State Entomologist. 45th Report 1945. Conn. Agricult. Exper. Station, New Haven.

— — Thirty-Ninth Report 1939. Conn. Agricult. Exper. Station, Bull. 434, June 1940.

Cramer, H. und **Röhrig, E.**, Zur Kenntnis der Lärchenblattwespe *Pachynematus imperfectus* Zadd. (*Hym. Tenthredinidae*). Allgemeine Forst- und Jagdzeitung Jg. **121**, Heft 3, 1950.

De Fluiter, H. J., Onderzoekingen omtrent de Koffiedompolanluis, *Pseudococcus citri* Risso. De Bergcultures Jg. **18e**, Nr. 13, 1946.

— — Voedseplant en Insect. Verslag van de zesde Herfstvergadering der Nederlandsche Entomologische Vereeniging op 23. Nov. 1946 (erschienen 1948).

— — Over het optreten van viriginopare an sexupare gevleugelden bij *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) op appelboompjes in kassen. Entom. Berichten No. 279, deel XII, 1. Jan. 1948.

— — Malaria en malaria-overbrengers in de krijgsgefangenkampen Chunghai en Tamuang (W. Thailand). Entomolog. Berichten No. 203. deel XII, 1. Sept. 1948.

— — Over de Voedselplanten van de Zwarte Bonenluis *Aphis* (*dorsalis*) *fabae* Scop. Mit a english summary. Tijdschrift over Plantenziekten **55**, 1949.

— — Een belangrijke publicatie over de Nonvlinder. Entomolg. Berichten deel XII, 1949.

— — Het Aaltjesprobleem in der Koffiecultuur. De Bergcultures **18**, Jg No. 8.

— — en **Ankersmit, G. W.**, Gegevens Betreffende de Aantasting van Bonen (*Phaseolus vulgaris* L). Door de Zwarte Bonenluis (*Aphis* [*dorsalis*] *fabae* Scop.). With a summary: Observations on the infestation of *Phaseolus* (*dorsalis*) *fabae* Scop. Tijdschrift over Plantenziekten **54**, 1948.

Dominik, Tadeusz, Contribution a la Connaisance de Metaplasie des Cellules Végétales Parasitées par des Champignons Acta Societatis Botanicorum Polaniae 1948.

Dimond, A. E., Plumb, G. H., Stoddard, E. M. und **Horsfall, J. G.,** An Evaluation of Chemotherapy and Vector Control by Insecticides for Combating Dutch Elm Disease. Conn. Agricult. Exper. Station, New Haven.

Drees, H., Pflanzenkrankheiten und landwirtschaftliche Erzeugungssteigerung. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer, 1948.

Eichler, Wolfdietrich, Umwälzungen in Hygiene und Pflanzenschutz durch neue Kontaktinsektizide. „Verhandlungen der deutschen Zoologen in Kiel 1948".

— — Giftpulver und Trägerstaub in der Flugzeugstäubung zur Malariabekämpfung. „Anz f. Schädlingskunde" Jg. **22**, Heft 11, 1949.

— — Auffällige Schädlingsvorkommen in Mitteldeutschland (1948). „Nachrichtenblatt fur den deutschen Pflanzenschutzdienst" 1949.

— — Die kritische Befallszahl beim Rübenderbrüßler (*Bothynoderes punctiventris*). „Nachrichtenblatt für den deutschen Pflanzenschutzdienst" 1949.

Entoma, A Direktory of Insect and Plant Pest Controll. Seventh Edition 1947. Insecticides, Fungicidies and Materials used in Insecticides, and Fungicides, Published by the Easterrn branch of the American Association of Economic Entomologists. 416 Seiten, by G. S Langford.

Emmert, E. M., Effect of Late Applications of Nitrogen an Potassium on Potato Yields. Kentucky Agricultural Experiment Station, Lexington 1949.

Entomologisk Tidskrift Heft 1, Stockholm 1950.

England, The Annals of Applied Biology. 36, No. 1 und 2.

Fabre, Henri Jean, Aus der Wunderwelt der Instinkte. Meisenheim/Glan, Westkulturverlag Anton Hain, 1950.

Festschrift zum 50jährigen Bestehen der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirschaft in Berlin-Dahlem. Berlin, Deutscher Zentralverlag, 1949.

Franke-Großmann, Helene, Über den Kopulationsapparat des Riesenbastkäfers *Dendroctonus micans* Kug. Verhandlung der Deutschen Zoologen in Kiel 1948

Franz, Jost, Zur Lebensweise und forstlichen Bedeutung des Tannenknospenwicklers (*Epiblema nigricana* H. S.) Entomon **1**, 1949.

Frickhinger, H. W., Schädlingsbekämpfung und Apotheke. Süddeutsche Apothekerzeitung 1949.

— — Ungebetene Gäste. Berlin-Kleinmachnow, Gartenverlag GmbH. 1950.

— — Vögel als Blattlausfeinde. Zeitschr. „Die Vogelwelt" Jg. **70**, Heft 6.

— — Was muß der Apotheker von den neuen Kontaktinsektiziden wissen? Süddeutsche Apothekerzeitung Jg. **89**, 1949.

— — Praktischer Vogelschutz. Berlin, Verlag Naturkundliche Korrespondenz, 1949.

— — Zur Bekämpfung der Mehlmotte. „Deutsche Lebensmittel-Rundschau" Zeitschr. f. Lebensmittelkunde, -Wirtschaft und -Recht. Jg. **46**, Heft 3, März 1950

— — „Gedenktage" Albert Schweitzer 75 Jahre alt. Naturwissenschaftl. Rundschau, Jg. **3**, Heft 4, 1950.

Friend, R. B, 46th Report, 1946 Connecticut State Entomologist Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven.

50 Jahre Deutsche Pflanzenschutzforschung. Berlin O 17, Deutscher Zentralverlag GmbH 1949.

Garman, Philip, Mite Species From Apple Trees in Connecticut. Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven 1948.

Görnitz, K., Anlockversuche mit dem weiblichen Sexualduftstoff des Schwammspinners (*Lymantria dispar*) und der Nonne (*Lym. monacha*). Anz. f. Schädlingskunde 1949.

Günthart, Ernst, Beiträge zur Lebensweise und Bekämpfung von *Ceuthorrhynchus Quadridens* Panz. und *Ceuthorrhynchus Napi* Gyll. mit Beobachtungen an weiteren Kohl- und Rapsschädlingen. Eidgenössische Technische Hochschule in Zürich 1949.

Györfi, János, Die Gradation der Schlupfwespen. Aus „Erdészeti Kisérletek" Bd. **49**, 1949.

— — Einfluß des Lichtes auf Insekten. Aus „Erdészeti Kisérletek" **48**, 1948.

Hanf, M., Krankheiten und Schädlinge der Kartoffel. Biologische Unterrichtshefte.

Heikertinger, Franz, Die Blattschmetterlinge, ein Irrtum der selektionistischen Biologie. Klagenfurt, Zentralblatt f. d. Gesamtgebiet der Entomologie, Buchdruckerei „Carinthia".

— — Die Starrstellung der Blaps. Koleopterologische Rundschau 1944.

— — In welcher Sprache muß eine Neubeschreibung verfaßt und wo muß sie veröffentlicht sein? Koleopterologische Rundschau 1944.

— — Bestimmungstabellen europäischer Käfer. Bestimmungstabelle der paläarktischen *Aphthona*-Arten. Koleopterologische Rundschau 1944.

Heikertinger, Franz, Welche Aufschreibungen führt der arbeitende Entomologe? Koleopterologische Rundschau 1944.
— — Das Problem der Schmetterlingsmimikry und seine Lösung. Zeitschr. der Wiener Entomologischen Gesellschaft 1944.
— — Über Fütterungsversuche mit Tagfaltern und Vögeln in der Mimikryforschung. Wien, Zoologisch-botanische Gesellschaft 1940/41.
— — Wie baut man eine Bestimmungstabelle? Koleopterologische Rundschau 1943.
— — Wodurch unterscheidet sich das Kennwortsystem von den übrigen Arten der Varietätenbezeichnung? Koleopterologische Rundschau 1949/50.
— — Sind Schmetterlingsbilder in naturkundlichen Werken richtig? Zeitschr. der Wiener Entomologischen Gesellschaft 1946.
Hellpach, Willy, Geopsyche. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1950.
Henze, Otto, Kontrollbuch für Vogelnistkästen in der Forstwirtschaft. Garmisch-Partenkirchen 1949.
Herfs, Adolf, Studien an dem Steinnußborkenkäfer *Coccotrypes tanganus* Eggers. Höfchen-Briefe 1949 und 1950.
Herold, Werner, Heckenlandschaft und Feldmausschäden. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz **56**, Jg. 1949, Heft 7/8.
Hoffmann, Paul, Bekämpfung der Schafräude mit Benzolhexachlorid. Tierärztl. Umschau, 1948, Nr. 11/12.
Holzschutzmittel, Prüfung und Forschung. Aus der Abteilung „Holzschutz" des Materialprüfungsamtes Berlin-Dahlem.
Jahn, Else, Das Massenauftreten des grauen Lärchenwicklers *Grapholitha* (*Semasia*) *diniana* in Österreich in den Jahren 1946 und 1947. Anz. f. Schädlingskunde 1948.
— — Die Polyederkrankheiten des grauen Lärchenwicklers *Grapholitha* (*Semasia*) *diniana*. „Mikroskopie", Zentralblatt für mikroskopische Forschung und Methodik 1949.
Jewett, H. and **Townsend, H.**, *Miris dalobratus* (Linn) and *Amblytylus nasutus* (Kirschbaum). Kentucky Agricultural Experiment, Lexington 1947.
Kangas, Esko, *Syneta Betulae* (*Col. Chrysomelidae*) als Fichtenschädling in Nordnorwegen. Annales Entomologici Fennici **14**, Nr. 1, 1949.
— — Die *Dendromyza*-Arten von Eberesche, Espe und Salweide und ihre Biologie. Annales Entomologici Fennici, Helsinke 1949.
Kapuscinski, Stanislaw, Najwazniejsze Bereczniki Sosnowe. Instytute Badawczy Lesnictwa, Kraków 1948.
— — New for the Polish fauna *Diptera* and *Hymenoptera*, destructive insects of fruits and seeds of trees and bushes. „Kosmosu" Seria A Rozprawy 1948.
— — Znamionek Jalowcowy, *Megastigmus Kuntzei* n. sp. (*Hymenoptera, Chalcididae*), Szkodnik Nasion Jalawca Pospolitego (*Juniperus Communis* L.) Kraków, Instytu Badawczy Lesnictwa 1946.
Kauffmann, Guido, Eine Eizucht von *Pyrgus malvoides* Elw. und Edw. Entomologische Zeitschrift, Juni 1950.
Kern, Ferdinand, Untersuchungen an *Amphimallus solstitialis* L. mit Versuchen zur bakteriologischen Bekämpfung von Engerlingen. Eidgenössische Technische Hochschule in Zürich 1950.
Klatt, B., Gedenken. Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut.
Klinkowski, M. und **Eichler, Wd.**, Leitfaden der Pflanzenschutzmittel und zeitgemäßer Pflanzenschutzmethoden. Erfurt, Verlag Karteikurzberichte G. m. b. H.
— — Das Auftreten der „Bohnenfliege" *Hylemyia platura* Meigen (= *cilicrura* Rond.) in Mitteldeutschland im Jahre 1949. Nachrichtenbl. f. Deutschen Pflanzenschutzdienst 1949
Koller, Gottfried, Daten zur Geschichte der Zoologie. Bonn, Athenäum-Verlag, 1949.
Kontkanen, P., Zwei für Finnland neue *Hemiptera heteroptera*. Annales Entomologici Fennici **14**, 1949.
Kontuniemi, Tahvo, Sylkikuoriainen lehtioistiäisen kimpussa (Eine Cantharide als Blattwespenräuber) (Referat). Annales Entomologici Fennici **12**, 1947.
Kotmüller, Max, Stand des Schädlingsbekämpfungsgewerbes. Braunschweig, Nachrichtenblatt d. Biolog. Zentralanstalt, Jg. **1**.
Krumbiegel, Ingo, Wie füttere ich gefangene Tiere? Hannover-Berlin, Verlag Naturkunde, 1949.
Kühl, R., Neue Möglichkeiten zur Dasselbekämpfung. Allgäuer Bauernblatt 1949.

Kuhn, Wilfried, Das Massenauftreten des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. nach Untersuchungen in schweizerischen Waldungen 1946—1949. Eidgenössische Technische Hochschule in Zürich 1949.

— —, **Hoffmann, Paul** und **Berthold, Harry,** Über die Anwendung von Hexachlorcyclohexan gegen Ektoparasiten in der tierärztlichen und landwirtschaftlichen Praxis. Tierärztliche Umschau 1948 Nr. 15/16.

Kullenberg, Bertil, Studien über die Biologie der Capsiden. Zool. Bidrag från Uppsala Bd. **23,** 522 Seiten, 25 Tafeln und 132 Abb. (Dissertation). 1944.

Kurir, Ant., Massenwechselgebiete des Lärchenwicklers (*Semasia diniana* Gn.) in Österreich von 1858—1948. Wien, Allgem. Forst- und Holzwirtsch.-Ztg., 1949.

— — Hubschrauber im Dienste des Friedens als Streuflugzeug bei der forstlichen Schädlingsbekämpfung in Gebirgswäldern. „Natur und Technik" 1948.

— — Laboratoriumsversuche mit DDT-Präparaten. Wien, Allgem. Forst- und Holzwirtsch.-Ztg., 1948.

— — Kalamität der Nonne (*Lymantria monacha* L.) in den Alpengebieten der Nordsteiermark 1946–1948. Anz. f. Schädlingskunde 1949.

— — Fichtennestwickler (*Epiblema tedella* Cl.) in Steiermark und Kärnten. Wien, Allg. Forst- und Holzwirtsch.-Ztg., 1949.

— — Eiablage der Nonne (*Lymantria monacha* L.) in den östlichen Alpen im Verlaufe der nordsteierischen Kalamität 1946. Zentralblatt für die gesamte Forst- und Holzwirtschaft **71.**

— — Die Massenvermehrungsgebiete der Nonne (*Lymantria monacha* L.) in Österreich von 1888—1947. Zentralblatt für die gesamte Forst- und Holzwirtschaft **20.**

Kutter, H., Beitrag zur Kenntnis der *Leptanillinae* (*Hym. Formicidae*). Eine neue Ameisengattung aus Südindien. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **21,** 1948.

Le Moult, E., Editions Scientifique et Collections du Cabinet Entomologique. Paris, Januar 1946.

Lindner, Erwin, Die Fliegen der palaearktischen Region. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), 1950.

Maag, R., Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung im Obstbau, Weinbau, Gartenbau und Feldbau. 1948

Marcus, Harry, Receptores en Hormigas.

— — El Organo Postantennal en Apterygota, Termitas y Hormigas. La Mecanica de la Trompa de las Mariposas.

— — Observaciones sobre el Orden Collembola.

— — De la Transformacion de los Organos en los Arthropoda que Permite el Posa de la Vida Acuatica à la Terrestre.

— — Receptores an las Antennas y Trompas de las Mariposas.

— — Anatomia comparada de las Articulaciones Antennales de las Hormigas.

— — Como las Hormigas Evitan es Incesto

— — La Polimorfia de los Nasutitermes Chaquimavensis. Folia Imprenta Universitaria Cochabamba, Bolivia No. 3.

Martini, E., Läuse. Merkblätter des Bernhard-Nocht-Instituts für Schiffs- und Tropenkrankheiten. Hamburg 1949.

Medizin-Meteorologische Hefte Nr. 2, 1950. Herausgegeben von der Schriftleitung der Annalen der Meteorologie. Hamburg, Selbstverlag des Meteorologischen Amtes für Nordwestdeutschland.

Menzel, Richard, Nekrolog, Dr. Gottlieb Burckhardt. Zeitschrift für Hydrologie.

— — Zum Vorkommen von *Harpacticiden* in Fallaub. Revue Suisse de Zoologie 1946.

— — Die Bekämpfung der Reblaus an Direktträgerreben im Kanton Zürich. Zeitschrift für Obst- und Weinbau in Wädenswill 1946.

Merkenschlager, F., Demonstrationsversuche mit künstlichen Phytohormonpräparaten. Gartenwelt Nr. 25 (10. September 1949).

Metcalf, Robert L., The mode of action of organic insecticides. — Washington D. C., Chemical-Biological Coordonations center. Review Nr. 1, 1948.

Milliron, H. E., Taxonomic and Biological Investigations in the Genus *Megastigmus.* „The American Midland Naturalist" 1949.

Minkiewicz, St., The Codling Moth *Carpocapsa pomonella* (*Cydia* Wlshm *Laspeyresia* Meyr.). Morphology, development and biology Polskie Pismo Entomologiczne 1949.

Mitteilungen aus den Königl. Naturwissenschaftlichen Instituten in Sofia, Bulgarien. Jg. **16.** 1943.

Münchberg, Paul, Über das Hexachlorcyclohexan und dessen vermeintliche Nachteile als Wirkstoff von Pflanzenschutzmitteln. Braunschweig, Nachrichtenblatt Biologische Zentralanstalt Jg. **1,** Heft 4.

Niklas, Ernährungswirtschaft und Agrarpolitik. Bonn, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. 1949.

Pflanzenschutzmittelverzeichnis. Verzeichnis geprüfter und anerkannter Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. Braunschweig, Biol. Zentralanst., 1948.

Phillips, C. D. and **Homer, C. Evans**, Packing and Shipping Green-Wrapped Tomatos in Different Types of Containers. Kentucky Agricultural Experiment Station, Lexington 1948.

Prell, G., Kampf um den Borkenkäfer. Radebeul und Berlin, Neumann-Verlag, 1949.

Prüffer, J., Życiorys i działalność naukowa śp. doc. dr Stanisława Minkiewicza. Polskie Pismo Entomologicene 1949.

Rabeler, Werner, Die Tiergesellschaft der Trockenen Callunaheiden in Nordwestdeutschland. 94—98. Jahresber. Naturw. Ges. Hannover für die Jahre 1942/43—1946/47. Hannover 1947.

— — Die planmäßige Untersuchung, die Soziologie, Ökologie und Geographie der heimischen Tiere, besonders der land- und forstwirtschaftlichen Tiere. Mittlg. Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft in Niedersachsen **3**, 1947.

Reichensperger, A., Die Paussiden Afrikas. Frankfurt a. M., Verlag Dr. Waldemar Kramer, 1948.

Rieck, Walter, Versuche zur Bekämpfung des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers (*Ips typographus* L.) mit dem Giftfangbaumverfahren. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 1949.

Riemschneider, Randolph, Zur Kenntnis der Kontakt-Insektizide. Kontakt-Insektizide auf Halogenkohlenwasserstoffbassis. Berlin C 2, Verlag Dr. Werner Saenger, 1950.

Ritcher, P. O, European Corn Borer in Kentucky. Kentucky Agricultural Experiment Station, Lexington 1947.

Roegner-Aust, Sophia, Schädlingsbekämpfung und Fischerei. Aus „Vom Wasser" Bd. **XVII**, 1949.

Rößler, Paul, Die Biologie der Diebsameise *Solenopsis fugax* Latr. und ihre Verwendbarkeit zur Ameisenbekämpfung. Biologisches Zentralblatt **61**, Heft 7/8, 1941.

Saalas, Uunio, *Tetropium aquilonium* Plavist., ein im Staatsgebiet Finnlands bisher unbekannter Bockkäfer (*Col. Cerambicidae*) in Enontekiö gefunden. Annal. entom. Fennici **11**, 1945.

— — Käytäntöönsovlletun hyönteistieteen ase na maassamme. (Die Stellung der angewandten Entomologie in Finnland). Ebenda **10**, 1944.

— — Lahopussa elävistä kovacuoriaisista ja niiden mekitysest ä(On beetles living in decayed wood and their significance). Ebenda **14**, 1949.

— — Über die aktuellen Forschungsaufgaben finnischer Entomologen. Ebenda **14**, 1949.

— — Kerkkäkilpikrva, *Physokermes piceae* Fern. (Hem., Coccidae Suomessa esiintyvä laji. [*Physokermes piceae* Fern.]). Ebenda **12**, 1947.

— — *Cis bidentutus* Rosenh. (*Col. Cisidae*), Itä-Karialasta tavattu kääpiäinen. (*Cis bidentulus* Rosenh. in Ostkarelien gefunden). (Referat.) Ebenda **14**, 1949.

Schimitscheck, E., Erwiderung auf den Artikel von A. Kurir: „Die Massenvermehrungsgebiete der Nonne" (*Lymantria monacha L.*) in Österreich von 1888—1947. Zentralblatt für die gesamte Forst- und Holzwirtschaft Jg. 71, Heft 1—2.

— — Erkennung und Bekämpfung der wichtigsten Pflanzgarten-, Saat und Jungkulturschädlinge. Wien, Landesforstinspektion für Niederösterrich, 1949.

— — Bekämpfung des großen braunen Rüsselkäfers mit Kontaktgiften. Österreich. Forst- und Holzwirtschaft 1949.

— — Beobachtungen über *Evetria buolina* Schiff. und einige ihrer Parasiten. Zeitschr. für das gesamte Forstwesen 1944.

— — Forstschäden in Niederösterreich und die Borkenkäferbekämpfung im Jahre 1948. Österreichische Vierteljahrsschrift für Forstwesen 1949.

— — Forstschädlingstaschenbuch. Landesforstinspektion für Niederösterreich. 1949.

— — Bilder von der Nonnenbekämpfung im Waldviertel (Niederösterreich). Wien, F. Joh. Kwizda. 1949.

— — Forstinsekten der Türkei und ihre Umwelt. Prag, Volk und Reich Verlag, 1944.

Schmidt, Erich, Was ist *Libellula . . . isoceles* O. F. Müller 1767? Entomologische Zeitschrift **60**, 1950.

Schmidt, E. W., Die kranke Pflanze. Kleinmachnow 1, Gartenverlag GmbH., 1948.

Schmidt, H. v., Durch Insekten hervorgerufene Krankheiten. 277 Seiten mit 121 Abbildungen. Stuttgart, Ferdinand Enke Verlag, 1949.

Schneider, F., Über die Vergiftung der Bienen mit Dinitrokresol und das Auftreten von Tänzen als Reaktion auf die Verteilung im Stock. Mitt. Schweiz. Entom. Gesellsch. **22**, Heft 3, 1949.
— — Beitrag zur Kenntnis der Generationsverhältnisse und Diapause räuberischer Schwebefliegen (*Syrphidae, Dipt.*) Mitt. Schweiz. Entomol. Gesellsch. **21**. Heft 2, 1948.
— — Eine einfache Vorrichtung zur quantitativen Anwendung insektizider Stäubemittel im Laboratorium. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **56**, 1949.
— — Die Abwehraktion des Insektenblutes und ihre Beeinflussung durch die Parasiten. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Ges. in Zürich 1950.
— — Das biologische Gleichgewicht und die chemische Schädlingsbekämpfung. Neuere Forschungen über Pflanzenschutz und Viruskrankheiten. Landw. Vorträge Heft 16.
— — und **Vogel, W.**, Neuere Erfahrungen in der chemischen Bekämpfung der Kirschenfliege. Schweizer Zeitschr. f. Obst- und Weinbau 1950.
Schneider-Orelli, Richtlinien zur Bekämpfung der Weißtannenläuse *Dreyfusia nüsslini* und *Dreyfusia picea* für 1949. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen Nr. 7, 1949.
Schøyen, T. H. og **Jørstad, I.**, Skadedyr og Sykdommer på Grønnsakvekstene. Oslo, H. Aschehoug & Co. 1949.
Schread, J. C., Control of Ants. Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven 1949.
— — Chinch Bug Control in Lawns. Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven 1949.
— — und **Chapman, Gordon C.**, Control of ants in Turf and Soil. Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven 1948.
Schwerdtfeger, F., Kampf dem Kiefernspinner. Einführung in die Lebensweise und Bekämpfung des Kiefernspinners (*Dendrolimus pini* L.) (39 Seiten) 12 Abb. Neumann Verlag, 1949.
— — Über die Wirkung von Bekämpfungsmaßnahmen im Forstschutz gegen Insekten. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **55**, 1948.
— — Stand der Borkenkäferbekämpfung in Deutschland. Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienst **2**, (N. F.) 1948.
— — Grundriß der Forstpathologie. Berlin und Hamburg, Verlag Paul Parey, 1950.
Schweden, Entomologisk Tideskrift **70**, Häfte 3, 1949.
Seel, Hans, Akute und chronische Eiweißmangelschäden. „Therapie der Gegenwart". 1950.
— — „Probleme und Fernziele der deutschen Feldwirtschaft." Zeitschr. f. Acker- und Pflanzenbau" **92**, Heft 2, 1950.
Sendler, Ortwin, Aktuelle Fragen zur Kartoffelkäferbekämpfung. „Nachrichtenblatt f. den Deutschen Pflanzenschutzdienst" 1944.
Sodan, Uhrit, Die uns der Krieg entriß. (Nachruf an, im Krieg gefallener Entomologen). Annal. entomolog. Fennici **10**, 1944.
Speyer, W., Die Wandergewohnheiten und der Flug des Großen Kohlweißlings (*Pieris brassicae* L.). Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **55**, 1948.
Stammer, H. J., Die Wechselbeziehungen zwischen Arthropoden und anderen Tiergruppen. Verhandlung Deutscher Zoologen in Kiel 1948.
— — Die Bedeutung der Aethylenglykolfallen für tierökologische und phänologische Untersuchungen. Verhandlung der Deutschen Zoologen in Kiel 1948.
— — Die Ökologie und der Entomologe. Entomon 1949.
Stähli, Hans, Der Versuch zur chemischen Maikäferbekämpfung im Kanton Thurgau 1949. „Der Ostschweizer Landwirt" 1950.
Steiniger, Fritz, Einführung in die praktische Bekämpfung der Haus- und Gesundheitsschädlinge. Hannover, Verlag M. und H. Schaper, 1948.
— — und **Kreul, Helmut**, Taschenbuch der Schädlingsbekämpfungsmittel für Schädlingsbekämpfer und Drogisten. Husum 1948.
Thalenhorst, Walter, Zur Frage der primären Pathogenität des Buchdruckers (*Ips typographus* L.). Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten, Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz **56**. Bd., Jg. 1949, Heft 7/9.
— — Über die Bedeutung dreier *Chalcidier*-Arten (*Hym.*) als Borkenkäferparasiten. „Entomon" 1949.
— — Versuche mit insektiziden Streichmitteln zur Borkenkäferbekämpfung. Freiburg i. Br., Archiv, Wissenschaftl. Gesellschaft f. Land- u. Forstwirtschaft, 1949.
Thienemann, August, Naturanschauung und Naturwissenschaft. Naturwissenschaftliche Rundschau 1950.
Thomsen-Buchwald und **Hauberg**, Attack of *Cryptococcus fagi*, *Nectria Galligena* and other parasites on Beech in Denmark 1993—1943. Kopenhagen 1949.

Tiensuu, L., Zur Fliegeneinwohnerschaft eines Ameisennestes. Annales Entomologici Fennici **12**, 1947.
Turner, Neely, Control of Common Household, Insects. Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven 1949.
— — Control of Insects on Tabacco. Connecticut Agricultaral Experiment Station, New Haven 1949.
— — Control of Termites in Buildings. Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven 1949.
— —, **Woodruff, Nancy**, Toxity of DDT-Residues: Effect of Time of Exposure of Insects, Coverage and Tenacity. Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven 1949.
— —, **Woodruff, Nancy, Saunders, D. H., Eisner, Abner**, Toxicity of Nicotine, Nicotinium Salts and Related Compounds by Injection. Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven 1948. Bull. 524.
Vietinghoff-Riesch, Arnold, Frhr. v., Die ästhetische Bedeutung des Vogelschutzes. Die Vogelwelt Jg. **71**, Heft 1, 1950.
— — Kritische Betrachtungen zum Waldvogelschutz. Die Vogelwelt Jg. **70**.
— — Ein Waldgebiet im Schicksal der Zeiten. 150 Seiten. Hannover, Landbuch-Verlag, 1949.
Weidner, Herbert, Der bunte Klopfkäfer (*Xestobium rufovillosum* Deg.), ein wenig bekannter Bauholzschädling. Desinfektion und Schädlingsbekämpfung 1949.
— — Über die Vorliebe der Parasiten für bestimmte Individuen der Wirtsart. Zeitschr. f. hyg. Zool. **37**, 1949.
— — Isoptera, Termiten, Weiße Ameisen. Handbuch der Pflanzenkrankheiten Bd. **IV**.
— — Die Fichtengallen der Douglasienlaus (*Gilletteella cooleyi* Gill.) bei Hamburg (*Aphid. Chermesidae*). Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz **56**. Bd., Jg. 1949, Heft 7/9.
— — Erlebnisse mit schädlichen Insekten in Jugoslawien. Zeitschr. Schädlingsbekämpfung 1950.
— — Bilder aus dem Insektenleben Nordgriechenlands. Entomologische Zeitschrift.
Weyer, Fritz, Grundriß der medizinischen Entomologie. Mit Einschluß der übrigen medizinisch wichtigen Gliederfüßlern. Zweite durchgesehene und ergänzte Auflage. Leipzig, Johann Ambrosius Barth-Verlag, 1948.
— — Flöhe. Merkblätter des Institutes für Schiffs- und Tropenkrankheiten, Hamburg.
Wille, Hans Peter, Untersuchungen über *Psylla piri* L. und anderen Birnblattsaugerarten in Wallis. Eidgenössische Technische Hochschule in Zürich.
Zander, Enoch, Das Leben der Biene. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer, 1944.
Zumpt, F., Die Stubenfliege. Merkblätter für Schiffs- und Tropenkrankheiten, Hamburg.
Zwölfer, W., Der Wald als Honigspender. Gedanken zu einem Buch. Allgem. Forstzeitschrift **4**, Nr. 31/32, 1949.
— — Forstentomologische Nachkriegsprobleme in Süddeutschland. München, Allgem. Forstzeitschrift, 1949.

Die Forstinsekten Mitteleuropas

Ein Lehr- und Handbuch in 5 Bänden

Von K. ESCHERICH

Dr. med. et phil. Dr. Dr. h. c. o. ö. Professor em. an der Universität München.

Jetzt noch lieferbar:

Band III. Spezieller Teil. Zweite Abteilung.

Die Lepidopteroidea: Die „Schnabelhafte" (*Panorpatae*); die „Köcherfliegen" (*Trichoptera*); die „Schmetterlinge" I (*Lepidoptera* I): Allgemeines, Kleinschmetterlinge, Spanner und Eulen.

1931. 835 Seiten mit 605 Textabbildungen und 14 Farbtafeln. Halbleinen geb. 51,30 DM.

Escherichs „Forstinsektenkunde" ist das grundlegende deutsche wissenschaftliche Werk über die forstliche Entomologie von zugleich internationaler Bedeutung, das systematisch die einzelnen Forstschädlinge und die Entstehung und Bekämpfung der Forstschäden behandelt.

Veröffentlichungen der

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS

(FAO)

Wir haben die alleinige Gesamtauslieferung für Deutschland übernommen.

Die FAO gibt laufend Veröffentlichungen auf allen Gebieten der Ernährung, Landwirtschaft und Forstwirtschaft, sowie Sitzungs-, Ausschuß- und internationale Kommissionsberichte und periodische Veröffentlichungen auf diesen Gebieten heraus.

Sämtliche Bestellungen, auch auf Einzelexemplare der Kataloge 1949/1950 aus Deutschland, sind ausschließlich an uns zu richten.

Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg

Krankheiten und Schädlinge im Obstbau und ihre Bekämpfung

Von Dr. W. KOTTE

2. neubearbeitete Auflage, 1948. 337 Seiten mit 213 Textabbildungen und 8 farbigen Tafeln kartoniert 24,— DM, Halbleinen gebunden 25,60 DM.

Das hervorragend ausgestattete Werk behandelt in anschaulicher und umfassender Darstellung alle Krankheiten und Schädlinge im Obstbau sowie die praktischen Maßnahmen zu ihrer Bekämpfung. Es wird von allen Fachleuten als eines der besten anerkannt, die es auf diesem Gebiet gibt.

Aus einer Buchbesprechung im Nachr.-Blatt der Biolog. Zentralanstalt Braunschweig, Ref. H. R. Pape, Kiel:

„Von der Fachwelt wird es lebhaft begrüßt, daß das Kottesche Buch jetzt wieder in neuer Auflage zu haben ist..., stellt das Buch doch wohl die beste zusammenfassende Bearbeitung des Gegenstandes dar, die wir zur Zeit haben.... So dürfte das Buch, das auf bestem Kunstdruckpapier gedruckt ist, nach wie vor als Standardwerk für jeden, der sich mit obstbaulichem Pflanzenschutz befaßt, unentbehrlich sein."

Krankheiten und Schädlinge der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung

Für Praxis und Studium

6. Auflage, 1950

Bearbeitet von Prof. Dr. H. BRAUN,
Direktor des Instituts für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn

352 Seiten mit 243 Textabbildungen. Halbleinen gebunden 22,— DM, kartoniert 20,— DM.

Dieses Werk ist das begehrteste seines Fachgebietes. Für Studenten als Lehrbuch und für den Praktiker als Nachschlagewerk ist es für den landwirtschaftlichen und gärtnerischen Pflanzenschutz unentbehrlich. Die alles Wesentliche umfassende Darstellung erfährt in der nach einheitlichen Grundsätzen vorgenommenen Neubearbeitung auf Grund der letzten Erkenntnisse eine beachtenswerte Verbesserung und Erweiterung. Die Textabbildungen des erstklassig ausgestatteten Werkes wurden ebenfalls durch neue Vorlagen, insbesondere charakteristischer Aufnahmen einer ganzen Anzahl von Schadensbildern, auf den modernsten Stand gebracht.

„Die umfassende und eingehende Behandlung der einzelnen Krankheiten und Schädlinge ermöglicht es, das Buch auch zum eingehenderen Studium zu verwenden, wobei die übersichtliche Gliederung des Stoffes gleichfalls als besonders wohltuend und arbeitserleichternd empfunden wird."

(Aus einer Buchbesprechung der Dt. Landw. Presse v. 5. 8. 50.)

Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg

Verlag: Paul Parey, (1) Berlin SW 68, Lindenstraße 44-47 (Amer. Sektor). Herausgeber: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. Karl Escherich, München 19, Prinzenstr. 26. B 237 ISB Berlin. Printed in Germany. Druck: Hermann Beyer & Söhne (Beyer & Mann). Gen.-Nr.: KB/Z 024 — Erscheinungsweise: Jährlich 1 Band (4 Hefte)